INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Mecânica

ISEL

Análise de risco e inspeções de segurança em elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes

LUÍS MIGUEL DOMINGUEZ LAPAS DUARTE

(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Prof. Doutor José Augusto da Silva Sobral

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rui Pedro Chedas de Sampaio

Vogais:

Prof. Doutor Luís António de Andrade Ferreira

Prof. Doutor José Augusto da Silva Sobral

Dezembro de 2014

ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Mecânica

Análise de risco e inspeções de segurança em elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes

LUÍS MIGUEL DOMINGUEZ LAPAS DUARTE

(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Orientador:

Prof. Doutor José Augusto da Silva Sobral

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rui Pedro Chedas de Sampaio

Vogais:

Prof. Doutor Luís António de Andrade Ferreira

Prof. Doutor José Augusto da Silva Sobral

Dezembro de 2014

Resumo

Este estágio de cariz profissional foi realizado na empresa EQS – Serviços de Engenharia, Qualidade e Segurança e desenvolveu-se no âmbito da área de inspeção de instalações de elevação, que incluem elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes.

O contexto do trabalho surgiu da necessidade de resposta da EQS ao volume de inspeções na cidade de Lisboa, particularmente de elevadores, cujo crescimento tem sido notório nos últimos anos.

Neste sentido foi proposto o tema para o relatório "Análise de risco e inspeções de segurança em elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes" cuja adaptação à realidade laboral de aprendizagem e reciclagem de conhecimentos fez todo o sentido.

Os objetivos que se pretenderam atingir com este trabalho foram efetuar uma caracterização das instalações de elevação, dos seus componentes, tipos de acionamento e respectivo enquadramento legislativo deste tipo de inspeções. Com vista a complementar o relatório foram caracterizadas as metodologias de análise de risco mais comuns. Por último e como objetivo principal foi desenvolvida uma metodologia de análise de risco adaptável à realidade das inspeções periódicas de segurança das instalações de elevação da empresa.

A metodologia de análise de risco desenvolvida, designada por "*FMIR – Failure Mode and Inspection Results*", inspirada na tradicional *"FMEA - Failure Mode and Effects Analysis"*, teve como ponto de partida uma análise baseada nos modos de falha de acordo com as suas consequências e implicações quer para a segurança de pessoas e bens como em termos de resultado final das inspeções.

Considerando a existência de distintas legislações aplicáveis e de modo a condensar a informação e para uma consulta mais eficaz das diferentes instalações de elevação foram elaborados três ficheiros em formato *excel* de análise de risco distintos para a mesma metodologia atendendo ao tipo de acionamento dos elevadores (eléctrico e hidráulico) e para escadas mecânicas e tapetes rolantes.

Palavras-chave: Elevadores, Escadas mecânicas, Tapetes rolantes, Inspeção, Análise de risco, Modos de falha, Segurança, Manutenção

Abstract

This stage was held in vocational oriented company EQS - Engineering Services, Quality and Safety. It was developed within the area of inspection of lifting applications including elevators, escalators and moving walkways.

The context of the work came from the need to respond to the volume of EQS inspections in Lisbon, particularly elevators, whose growth has been considerable in recent years.

In this sense the proposed theme for the report "Risk analysis and safety inspections on elevators, escalators and moving walkways" whose suitability for employment reality of learning and knowledge recycling made sense.

The objectives it sought to achieve with this work a characterization of lifting installations, its components, drive types and their legal framework of such inspections were carried out. To complement the report we characterized the methods of analysis of known risk. Lastly, as a primary objective an analysis methodology adaptable to the reality of the periodic safety inspections of the premises of the company's risk elevation was developed.

The methodology of risk analysis developed "FMIR - Failure Mode and Inspection Results" had as its starting point an analysis based on the common FMEA - Failure Mode and Effects Analysis according to their consequences and implications for safety of persons and property and in terms of outcome inspections.

Considering the existence of different legislations and to condense the information and for more effective consultation of different lifting applications were developed three files of excel format risk analysis to separate the same methodology for the type of drive the elevators (electrical and hydraulic) and escalators and moving walkways.

Keywords: Elevators, Escalators, Moving walkways, Inspection, Risk Analysis, Failure Modes, Safety, Maintenance

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor José Augusto da Silva Sobral e ao Engenheiro Jacinto Jorge Barbosa, o diretor técnico das inspeções de instalações de elevação da EQS, por todo o apoio, motivação, ajuda e disponibilidade demonstrada durante a realização deste trabalho.

O meu agradecimento aos responsáveis da empresa EQS, Engenheiro Hélder Araújo, Engenheiro Nuno Araújo e Engenheiro André Teixeira por proporcionarem o meu estágio profissional com as condições necessárias ao bom desenvolvimento deste.

Agradecimento pela motivação, apoio e ajuda demonstrados pela minha colega de trabalho Mónica Pereira ao longo do trabalho elaborado.

O meu muito obrigado à minha namorada e amigos pelo incentivo incondicional, compreensão e disponibilidade.

Por fim o meu enorme agradecimento e dedicação deste trabalho aos meus pais e avó por sempre me apoiar e acreditar em mim ao longo destes anos e do apoio financeiro que me proporcionaram para que o sucesso fosse atingido.

Índice

Índice de Figuras

Índice de Tabelas

Capítulo 1 - Introdução

1.1 Enquadramento

Atualmente tem sido notória e do conhecimento do cidadão comum a importância em termos de segurança de pessoas e bens da correcta realização e nas devidas datas dos serviços obrigatórios tanto de manutenção como de inspeções periódicas aos elevadores, cabendo às Entidades Inspetoras (EI) esta última função.

O crescimento sustentável na área da elevação vai mais além do que gerar lucros e benefícios a nível financeiro devido à componente cada vez mais importante no posicionamento e na gestão das empresas que é o desenvolvimento sustentável e a vertente de aposta num trabalho com mão-de-obra qualificada aliada pelos sistemas de qualidade e de auditorias externas.

Dada a importância que os serviços de manutenção assumem no negócio da área de elevação, quer pelos custos que envolvem quer pelas mais-valias que podem originar, devem ser optimizados e geridos de acordo com as estratégias, políticas e objetivos de cada empresa, devendo estar em sintonia com as entidades inspetoras de instalações de elevação com o objetivo máximo de garantir a segurança no transporte em altura de pessoas e bens, independentemente da idade das instalações ou do seu tipo de acionamento, ao mesmo tempo que devem estar garantidos os níveis de exigência de bom funcionamento e de serviço aos clientes de acordo com a legislação em vigor.

Com o constante crescimento do número de elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes instalados e em funcionamento por todo o nosso país, dos problemas derivados da idade de uma boa parte das instalações bem como das atualizações da legislação deste setor a nível europeu que foram sendo implementadas ou adaptadas à evolução tecnológica proporcionaram um aumento do volume de trabalho, tendo sido particularmente sentido no campo das inspeções.

Por conseguinte foi desenvolvido este trabalho inserido num estágio profissional que surgiu da necessidade de resposta ao mercado de inspeções, em Lisboa, da empresa e Entidade Inspetora EQS - Engenharia, Qualidade e Segurança.

1.2 Motivação

A escolha deste tema surgiu de forma natural e no seguimento de um aprofundar e refrescar de conhecimentos relacionados com a área de equipamentos de elevação adquiridos anteriormente numa experiência profissional como técnico de manutenção de ascensores numa das maiores e mais conceituadas entidades de manutenção de equipamentos de elevação, a *Otis* elevadores.

Após o *términus* com sucesso da componente teórica do ciclo de estudos do Mestrado no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa foi proporcionado um estágio de natureza profissional na empresa EQS no âmbito da inspeção de instalações de elevação.

Desta forma possibilitou não só desenvolver uma atividade com cariz profissional em constante aprendizagem mas também existir uma sequência de trabalho num setor cuja experiência profissional previamente adquirida foi de grande motivação e permitiu superar algumas das dificuldades encontradas ao longo do estágio.

Em termos de perspectivas no que respeita ao sucesso profissional na empresa os indicadores são positivos atendendo a que o sector dos equipamentos de elevação é um dos pilares fundamentais do crescimento da construção em altura, acrescendo ao facto do número reduzido de Entidades Inspetoras e devidamente acreditadas em Portugal, com o aumento do número de inspeções periódicas efetuadas e com as restrições impostas ao acesso à profissão recorrentes da atualização da legislação no ano transato.

1.3 Objetivos do trabalho

Com este Trabalho Final de Mestrado (TFM), na sua componente de Relatório de Estágio Profissional, propõem-se atingir os seguintes objetivos:

- Caraterizar as instalações de elevação, os seus componentes, tipos de acionamento e respectivo enquadramento legislativo das inspeções;
- Caraterizar metodologias de análise de risco;
- Desenvolver uma metodologia com base nas análises de risco conhecidas que seja adaptável ao âmbito das inspeções periódicas de segurança das instalações de elevação

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho divide-se em sete capítulos.

No Capítulo 1 é feito um enquadramento, uma abordagem aos motivos e motivação, descrição dos objetivos propostos e qual a estrutura para a elaboração deste trabalho.

O Capítulo 2 consiste numa descrição e caracterização da EQS, a empresa onde foi realizado o estágio profissional, e por conseguinte o desenvolvimento do trabalho das inspeções.

O Capítulo 3 consiste numa descrição e enquadramento legal das inspeções periódicas realizadas, ensaios a realizar na inspeção, tipos de cláusulas a aplicar e géneros de inspeções existentes.

No Capítulo 4 faz-se uma caracterização das distintas instalações de elevação em termos estruturais e dos seus elementos, bem como dos sistemas de acionamento dos elevadores.

No Capítulo 5 é efectuada uma descrição do que é o risco, o que são e para que servem as metodologias de análise de risco. Descrevem-se as medidas de controlo e prevenção e é feita uma caracterização das metodologias de análise de risco mais comuns.

O Capítulo 6 relata a sequência e explica com o máximo de rigor a proposta de metodologia de análise de risco desenvolvida ao longo deste estágio para as inspeções periódicas dos equipamentos de elevação.

No Capítulo 7 faz-se uma reflexão dos objetivos propostos no Capítulo 1, retirando as respetivas conclusões pessoais de todo o trabalho elaborado.

Capítulo 2 - A Empresa

2.1 Caracterização da EQS

A EQS – Engenharia, Qualidade e Segurança Lda. é uma empresa de capital privado, 100% nacional, que atua nos domínios de prestação de serviços nas áreas de Inspeção e Supervisão, Ensaios e Análises, Controlo de Qualidade, Serviços de Engenharia, Consultoria, Auditoria, Formação e Recrutamento Especializado [1].

Figura 2.1 - Delegação da EQS em Lisboa onde decorreu parcialmente o estágio

A EQS tem como missão apresentar ao mercado serviços técnicos altamente especializados, pautados por um elevado nível de rigor, eficiência e competitividade. A elevada qualificação da sua equipa, a par da obtenção de reconhecimentos nas áreas em que atua, garantem qualidade nas soluções apresentadas pela EQS e que contribuem para o desenvolvimento sustentável desta empresa [1].

Possui uma estratégia de mercado que se baseia em quatro pilares fundamentais:

- Forte orientação para as necessidades do cliente;
- Técnicos altamente qualificados;
- Acesso às melhores tecnologias de mercado;
- Prestação de um serviço diferenciado

Os serviços e o seu planeamento são organizados de forma integrada e orientados para as indústrias de elevada complexidade, cobrindo todas as fases do ciclo de vida dos ativos, que incluem os processos de projeto, fabrico, instalação, manutenção e desmantelamento.

Figura 2.2 - Local de trabalho na delegação

2.1.1. Reconhecimentos e certificações

A EQS possui os seguintes reconhecimentos [1]:

- Sistema de Gestão da Qualidade Certificado - ISO 9001:2008 (na sede da empresa na Maia)
- Organismo de Inspeção Acreditado - ISO 17020:2006
- Entidade Inspetora de Elevadores, Escadas Mecânicas e Tapetes Rolantes
- Laboratório de ensaios acreditado – ISO 17025: 2005
- Entidade Auditora Energética – Portaria Nº519/2008 – Indústria; Portaria Nº228/90 - Transportes
- Entidade Prestadora de Serviços de Segurança e Higiene no Trabalho – Lei Nº 102 /2009 de 10 de Setembro
- Entidade Formadora Acreditada – Portaria Nº 782/97 de 29 de Agosto

A EQS é uma Entidade Inspetora oficialmente reconhecida pela Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG) para realizar a atividade de Inspeções Periódicas, Reinspeções, Inspeções Extraordinárias e/ou Particulares, Inquéritos a Acidentes e Selagens para verificar a conformidade das instalações de elevação de acordo com a legislação aplicável.

2.2 Áreas de atuação

Existem distintas e vastas áreas na empresa que importa referir por forma a um melhor enquadramento dos serviços prestados e caracterização da empresa.

2.2.1. Inspeções Técnicas e Certificação

Os serviços especializados de inspeção e certificação [1] orientados para a aprovação da construção, avaliação do estado de conservação e certificação da segurança de instalações, equipamentos e estruturas, em conformidade com requisitos legais, normativos e especificações do cliente são:

- Instalações Industriais;
- Elevadores e Escadas Rolantes;
- Máquinas e Equipamentos de Trabalho;
- Segurança de máquinas;
- Soldadura;
- Pintura e Revestimentos;
- Protecções Catódicas;
- Caldeiras;
- Reservatórios Sob Pressão;
- Sistemas de Tubagem Sob Pressão;
- Conjuntos Processuais de Equipamentos Sob Pressão;
- Válvulas de Segurança;
- Reservatórios de Armazenagem;
- *Pipelines* e Tubagem;
- Equipamentos Dinâmicos;
- Equipamentos de Elevação;
- Cabos de Aço e Cintas;
- Equipamento para Transporte de Matérias Perigosas;
- Equipamentos e Sistemas Eléctricos;
- Equipamento de Telecomunicações;
- Equipamento para Energias Renováveis;
- Edifícios;
- Estruturas Industriais e de Produção de Energia;
- Obras de Arte (Pontes, Viadutos, Túneis);

- Pavimentos;
- Infra-Estruturas;
- Estruturas Submersas;
- Equipamentos de Proteção Colectiva e Individual;
- Equipamentos e Recintos de Diversão e Desporto;
- Parques Infantis

2.2.2. Ensaios Não Destrutivos

Os Ensaios Não Destrutivos possibilitam a inspeção sem interferir com a estrutura dos equipamentos. O objetivo é identificar e quantificar defeitos, avaliar o estado de degradação de materiais e calcular a vida restante de instalações, equipamentos e estruturas.

A EQS oferece um serviço diversificado com tecnologias de ensaio avançadas e convencionais, adaptáveis às mais diversas situações e à complexidade do mercado industrial.

Os ensaios Não Destrutivos convencionais realizados são a Radiografia Industrial, Ultra-Sons, Partículas Magnéticas, Líquidos Penetrantes, Inspeção Visual e Termografia.

Os ensaios Não Destrutivos Avançados realizados são o *Acoustic Emission (AE) Testing, Time of Flight Diffraction (TOFD), Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT), Automated Ultrasonic Testing (AUT), Saferad (Small Area for Exposure Radiography), Digital Radiography (DR), Eddy Current Testing (ET), Pipeline Inspection Gauge (PIG), Magnetic Flux Leakage (MFL) Testing, Alternating Current Field Measurement (ACFM), Electromagnetic Acoustic Transducers (EMAT), Internal Rotary Inspection System (IRIS), Computed Tomography (CT), Impact Echo Scanning (IES) e o Ground-Penetrating Radar (GPR)* [1].

2.2.3. Qualidade e Ambiente

A EQS presta serviços de assistência técnica apoiando os seus clientes, não só no cumprimento de requisitos legais e normativos, como na obtenção de uma performance sustentável [1].

- Ensaios a Agentes Físicos (Ruido, Vibrações, Ambiente Térmico, Iluminação);

- Ensaios a Agentes Químicos e Biológicos (Partículas, Gases, Batérias, Fungos);
- Ensaios ao Solo, Ar e Água;
- Auditorias e Diagnósticos Ambientais;
- Auditorias internas no âmbito REACH;
- Assistência Técnica – REACH e CELE;
- Auditoria interna ao Sistema de Gestão CELE;
- Verificação ao Sistema de Gestão – CELE;
- Avaliação de impactes ambientais;
- Implementação de sistemas de gestão;
- Auditorias Internas;
- Auditorias de Conformidade legal

2.2.4. Serviços de Engenharia

A EQS dedica-se à prestação de serviços de Engenharia em processos de concepção, fabrico, instalação, manutenção e desmantelamento.

As competências abrangem todas as fases do ciclo de vida dos activos e diversas especialidades. Com a experiência adquirida permite abraçar complexos projetos integrados de Engenharia de Gestão da Construção [1].

Os serviços disponibilizados aos clientes são:

- Elaboração e revisão de Projetos;
- Levantamento e Digitalização 3D
- Análise Avançada da Integridade Estrutural
- Avaliação *Fitness-For-Service* (FFS)
- Cálculo da Vida Restante de Equipamentos e Estruturas
- Gestão de Projetos
- Estudos de Viabilidade
- Estudos de Optimização da Eficiência
- Eficiência Energética
- Estudos Geotécnicos
- Segurança Funcional (SIL- *Safety Integrity Level*)
- Identificação, Análise e Avaliação de Riscos (*HAZOP*, *FMEA*, FMECA)

2.2.5. Formação Profissional

Acreditada pela Direção -Geral do Emprego e das Relações de Trabalho - DGERT, a EQS oferece formação profissional à medida para empresas e de catálogo para particulares. A empresa que actua sob a marca *Eqs learning* está reconhecida pelas entidades competentes – Instituto de Emprego e Formação Profissional, Autoridade para as Condições do Trabalho e Agência para a Energia (respectivamente IEFP, ACT e ADENE) proporcionando formação certificada e contínua dispondo também de formação financiada.

A sua oferta é sustentada por equipas pedagógicas de elevada qualidade e profissionalismo, abrangendo áreas técnicas e transversais. Procurando corresponder às necessidades e disponibilidade de cada formando, a EQS disponibiliza cursos presenciais, *b-learning* e *e-learning* [1].

2.2.6. Áreas de conhecimento

- Segurança de Máquinas
- Operação de Equipamentos
- Equipamentos Sob Pressão
- Manutenção Industrial
- Soldadura
- Ensaios Não Destrutivos
- Segurança e Higiene
- VCA – Formação e Certificação
- Trabalhos em Altura
- Ambiente
- Qualidade
- Energia e Gás
- Electricidade
- Sistemas de Gestão
- Recursos Humanos / Comportamental

2.2.7. Modalidade de formação

- Formação à Medida das Empresas
- Formação de Catálogo para Empresas e Particulares

- Formação e Workshops Técnicos Avançados
- Formação Financiada
- Formação Presencial e à Distância
- Formação Dirigida a Mercados Externos

2.2.8. Consultadoria formativa

- Elaboração de Candidaturas a Projetos Financiados
- Elaboração de Diagnósticos de Formação
- Elaboração de Planos de Formação
- Homologação de Planos de Formação
- Auditorias a Processos Pedagógicos
- Auditorias de Avaliação da Eficácia da Formação
- Elaboração do Processo de Candidatura a Acreditação

2.3. Localização

A EQS possui a sua sede na Maia, no distrito do Porto. Atualmente possui duas delegações a nível nacional, em Lisboa e em Sines.
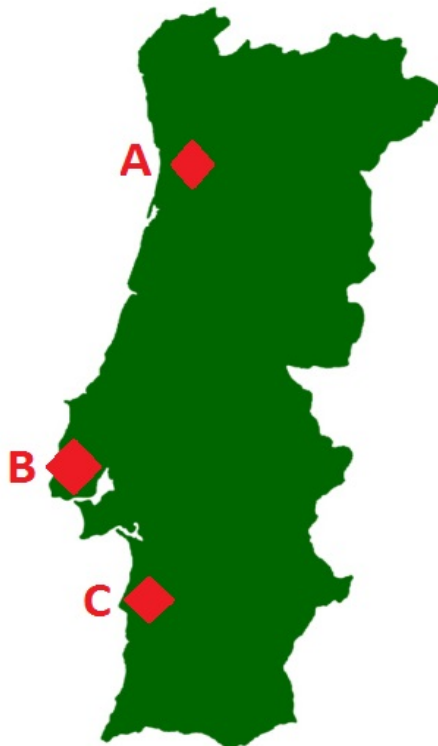
Figura 2.3 - Localização da sede e delegações da empresa EQS em Portugal

A sede contém aproximadamente uma estrutura de aproximadamente 40 colaboradores que abrangem distintas áreas tais como, inspeções de instalações de elevação, inspeção de reservatórios sob pressão, inspeção de equipamentos de trabalho, formação, qualidade e ambiente, comercial, financeira e recursos humanos.

A delegação em Lisboa possui 4 colaboradores que se encontram em áreas de trabalho diferentes, desde formação a inspeção de instalações de elevação e equipamentos de trabalho, de reservatórios sob pressão e de inspeção de torres de telecomunicações.

A delegação em Sines inclui 5 colaboradores que cobrem as áreas de apoio aos trabalhos da refinaria que passam pelas áreas de ensaios não destrutivos e inspeção de reservatórios sob pressão. Existe igualmente uma componente de coordenação de segurança que é variável de acordo com as necessidades da refinaria.

Possui atualmente representações em Angola e Moçambique que permitem dar resposta ao mercado de formação de quadros da indústria petrolífera, bem como de serviços de inspeção nesta área e de implementação de sistemas de gás.

Capítulo 3 - Inspeções e Legislação

3.1. Inspeções

Atendendo às necessidades e exigências do mercado que impõem um compromisso entre segurança, conforto e carácter prático na esmagadora maioria dos equipamentos que utilizamos, em que são incluídos naturalmente os elevadores, existe a noção de que os sistemas de elevação são de facto um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento sustentável da construção em altura porque é o principal e mais eficaz sistema para o transporte de pessoas e bens.

As inspeções periódicas de segurança a instalações de elevação são portanto essenciais para garantir os níveis exigíveis de segurança através da verificação do cumprimento de requisitos e ensaios de acordo com legislação adequada a cada instalação, bem como da elaboração de recomendações de melhoria nos relatórios efetuados.

Como o estágio foi desenvolvido na cidade de Lisboa e por ser o local onde se encontram mais instalações antigas, boa parte delas com algumas décadas até centenárias, tornou-se muito importante a verificação das adaptações efetuadas nesta categoria de elevadores que antes de terem sido modernizados não apresentavam os níveis de segurança mínimos e exigidos para uma utilização atual e de acordo com a lei em vigor.

3.2. Legislação aplicável

Existe uma vasta legislação referente à inspeção de equipamentos de elevação, que varia consoante a data de colocação em serviço da instalação e do sistema de acionamento.

A inspeção e manutenção de elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes é um tema que se encontra subjugado a questões legais e deve ser efetuada somente por inspetores certificados, entidades e empresas credenciadas por organismos oficiais. Um dos organismos que está reconhecido para efetuar a certificação e credenciação é a Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG).

Conforme referido anteriormente, é o Decreto-Lei n.º 320/2002 de 28 de Dezembro, que estabelece o regime de manutenção e inspeção de ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes.

Esta legislação permitiu também atribuir às Câmaras Municipais a competência para o licenciamento e fiscalização das instalações de elevação e cujo período obrigatório para realizar as inspeções consta do Art.º 8.º.

As inspeções devem ser solicitadas à Câmara Municipal a que pertence o imóvel pelos proprietários dos edifícios (condomínios ou particulares) ou empresas. Poderá existir também um acordo entre o proprietário e a Empresa de Manutenção da Instalação de Elevação (EMIE), no que respeita ao pedido de realização da inspeção periódica obrigatória.

No contexto deste estágio profissional a Câmara Municipal responsável pelo concurso público de inspeções realizadas foi a de Lisboa.

A Lei n.º 65/2013 de 27 de Agosto aprova os requisitos de acesso e exercício das atividades das EMIE´s e das EI´s de instalações de elevação, e seus profissionais, conformando-os com a disciplina da Lei n.º 9/2009, de 4 de Março, e do Decreto-Lei n.º 92/2010, de 26 de Julho, que transpuseram as Directivas 2005/36/CE, relativa ao reconhecimento das qualificações profissionais, e 2006/123/CE, relativa aos serviços no mercado interno.

Por forma a identificar, avaliar e efetuar a gestão dos riscos a que estão sujeitas pessoas e bens relativamente à utilização e trabalhos afetos à manutenção de elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes foi desenvolvida uma metodologia de análise de risco aplicada a este tipo de inspeções com base numa vertente de uma metodologia conhecida.

3.3. Ensaios a realizar na inspeção

Mediante os fatores do sistema de acionamento (se elétrico ou hidráulico) e de acordo com a data de colocação em serviço de cada elevador são realizados vários ensaios durante uma inspeção.

Tendo sido desenvolvido este estágio principalmente na vertente prática das inspeções de elevadores optou-se por inserir este capítulo para ter uma perceção mais clara do trabalho realizado através dos ensaios que efetivamente foram realizados e as razões para tal.

Apesar de serem igualmente importantes devido à consequência das cláusulas aplicadas mas não querendo tornar este capítulo demasiado extenso excluíram-se as

verificações que são geralmente realizadas uma vez que as mesmas podem ser observadas na metodologia proposta, Anexos I, II e III.

3.3.1. Elevadores elétricos

- **Ensaio de continuidade de terra em todos os elementos –** É feito para comprovar se existe proteção contra descargas elétricas entre vários pontos na casa das máquinas com contacto direto tomando como referência o quadro principal da casa das máquinas, proveniente da instalação coletiva de eletricidade do edifício. O ensaio é efetuado verificando a existência de continuidade entre vários elementos, como o motor eléctrico, quadro de comando, limitador de velocidade, máquina de tração e as proteções das luminárias;
- **Proteção dos enrolamentos do motor –** Serve para verificar se o motor elétrico se encontra devidamente protegido contra o sobreaquecimento dos enrolamentos do motor provocando a imobilização do elevador na situação em que a corrente elétrica é superior à tolerada nos seus enrolamentos levando a uma diminuição considerável da vida útil do motor elétrico.
- Embora não seja conveniente ser realizado na prática devido ao sobreaquecimento dos enrolamentos do motor, o ensaio pode efetuar-se de duas maneiras, retirando uma das fases de alimentação do motor e constatar que existe a atuação do dispositivo de corte do motor de alimentação do elevador ou retirando a linha de ligação do relé térmico PTC com o elevador em movimento verificando a imobilização quando chegue ao patamar;
- **Resistência de isolamento –** O ensaio é realizado através da ligação dos terminais do mega ohmímetro ao circuito a analisar tendo como ponto de referência comum, o borne de terra, após garantir o controlo desligando a alimentação do quadro de comando;
- **Verificação do dispositivo de paragem por encontro de obstáculos –** Este ensaio consiste em simular a situação do elevador ficar imobilizado por encontro de um obstáculo verificando se o elevador não se movimenta. É realizado retirando duas das três fases que alimentam o

motor, a partir do momento em que os contactores entram em funcionamento verifica-se quanto tempo demora a fazer cair a ordem de comando. Durante o ensaio o elevador funciona mas não se movimenta devido a faltarem-lhe duas fases. O tempo que demora até fazer cair a ordem de comando varia de acordo com a legislação aplicável em cada instalação;

- **Atuação do freio por falta de tensão** – Consiste em verificar a operacionalidade do sistema de frenagem do elevador. Assim que a bobine do freio deixar de ser alimentada, o elevador imobiliza;
- **Verificação da operacionalidade do dispositivo de manobra manual de socorro** – Este ensaio verifica se o dispositivo manual de emergência está operacional. Trata-se do sistema que permite movimentar o elevador em caso de alguma falha que o imobilize com pessoas ou bens dentro da cabina por forma a atingir o patamar mais próximo e sair com toda a segurança. Trata-se de um sistema que se encontra implícito em alguns dos outros ensaios. Consiste em destravar a máquina através do manípulo ou chave própria rodando em simultâneo e manualmente o volante do motor;
- **Atuação do sensor de fim de curso superior** – Trata-se de um ensaio que permite comprovar se o fim de curso superior actua antes que o contrapeso contacte com os amortecedores. Realiza-se através do sistema de resgate manual de socorro, fazendo rodar o volante do motor no sentido de subida até o comando se encontrar inoperante;
- **Atuação do sensor de fim de curso inferior** – Trata-se de um ensaio que permite comprovar se o fim de curso inferior atua antes que a cabina contacte com os amortecedores. À semelhança do anterior realiza-se através do sistema de resgate manual de socorro, com a diferença de rodar o volante do motor no sentido de descida até o comando se encontrar inoperante;
- **Ensaio de excesso de aderência** – Consiste em verificar se os cabos deslizam na roda de tração. Serve para comprovar que a cabina não sobe mais quando o contrapeso está assente nos amortecedores, evitando desta forma o efeito de cadernal (queda abrupta da cabina);

- **Ensaio de aderência no topo (deslize) –** Este ensaio inicia-se fazendo uma marcação na roda de tração conjuntamente com os cabos de aço. Depois a cabina (vazia) é enviada dois pisos abaixo, subindo um piso e novamente outro piso através de chamadas. Este ensaio é feito desta forma para gerar um movimento e verificar que não existe escorregamento excessivo dos cabos de tração, de acordo com a legislação;
- **Ensaio de velocidade do limitador de velocidade –** Este ensaio realiza-se no elemento limitador de velocidade, através do alívio do cabo do limitador para ser possível rodar manualmente em ambos os sentidos e medir a velocidade de disparo com recurso a um taquímetro, que acontece quando o martelo ou massas encravam na roda do limitador fazendo desligar o contacto eléctrico de excesso de velocidade. Para efeitos práticos a velocidade de atuação do limitador de velocidade deverá ser no máximo 40% da velocidade nominal;
- **Verificação do excesso de velocidade na subida –** Consiste em verificar se o dispositivo elétrico de controlo de excesso de velocidade à subida está a atuar, ou seja, se o elevador imobiliza quando é atuado manualmente o contacto elétrico que se encontra no limitador de velocidade;
- **Verificação do pára-quedas –** Aproveitando o facto do elevador se encontrar numa posição em que é possível manipular o limitador de velocidade, roda-se o volante do motor no sentido de descida, ao mesmo tempo que se faz atuar os martelos ou massas no limitador de velocidade até que o sistema de pára-quedas funcione, ou seja, que as cunhas encravem nas guias da cabina e seja possível observar os cabos de suspensão a deslizar na roda de tração. Este ensaio serve para testar o sistema de pára-quedas em caso de rotura de algum dos cabos de suspensão. Após a atuação do pára-quedas é feito um *shunt* no contacto elétrico do limitador de velocidade por forma a simular que o contacto elétrico da cabina atuou;
- **Verificação do pára subidas –** Nos elevadores pertencentes à NP EN 81-1:2000 (Nova Diretiva) torna-se necessário ensaiar o sistema de pára-subidas caso esteja descrito no processo técnico como foi instalado.

Consiste num procedimento semelhante ao realizado na verificação da atuação do pára-quedas, diferindo que neste caso efetua-se o movimento de subida da cabina ao invés de descida diminuindo gradualmente a velocidade do elevador até parar. O dispositivo elétrico de controlo do pára subidas deve fazer o corte de alimentação ao elevador;

- **Controlo de carga na cabina** – Este ensaio serve para verificar se o controlador de carga instalado na cabina está a atuar. Após reduzir o valor da carga programada para um em que seja possível o teste deverá fazer atuar o sinal luminoso e ou sonoro quando se verifica o excesso de carga. O elevador não pode aceitar nenhum tipo de chamadas;
- **Sistema de emergência –** Consiste em verificar se o sistema de alarme de emergência está operacional. Após ter a alimentação geral do elevador desligada, o botão de alarme no interior da cabina é pressionado e deve soar o sinal sonoro de socorro. Em elevadores sem porta de cabina deverá ser testado o interruptor de paragem, verificando que após o seu acionamento não é possível efetuar chamadas no exterior. Nos elevadores com porta de cabina é verificado também a operacionalidade da iluminação de emergência no interior da cabina.

3.3.2. Elevadores hidráulicos

Neste sistema de acionamento existem ensaios que apesar de terem o mesmo objetivo são efetuados de maneira distinta do sistema de acionamento elétrico, a saber:

- **Verificação do dispositivo de paragem por encontro de obstáculos –** Este ensaio realiza-se enquanto o elevador se desloca do piso extremo superior para o piso extremo inferior. O encontro de um obstáculo é simulado através do fecho de torneira de *bypass* de forma gradual até que se feche completamente e a cabina se imobilize, fazendo simultaneamente a contagem do tempo até à atuação do dispositivo que provoque a paragem, não podendo aceitar chamadas enquanto estiver imobilizado;
- **Ensaio da válvula de rutura (pára-quedas)** – Tendo o elevador no piso extremo superior, o teste de verificação consiste em apertar ou desapertar um parafuso específico situado na válvula de ensaio. Este procedimento

faz com que a velocidade na descida aumente e seja possível atuar a válvula de queda e imobilizar a cabina, não podendo aceitar chamadas enquanto o elevador se mantiver imobilizado. O dispositivo elétrico de controlo de pára-quedas deve fazer o corte de alimentação à máquina;

- **Atuação do sensor de fim de curso superior –** O ensaio inicia-se com o elevador no piso extremo superior. Após desligar a renivelação automática, com recurso à bomba manual de emergência, o elevador é levado até que seja acionado o dispositivo de fim de curso e antes que o êmbolo (haste) chegue ao seu final o que permite imobiliza-lo.
- O elevador é reposicionado após a atuação do fim de curso acionando a válvula de descida de emergência, sendo que não pode entrar em funcionamento de forma automática.

3.4. Cláusulas a aplicar

Ao efetuar uma inspeção a determinada instalação de elevação existe uma verificação de possíveis deficiências consoante o grau de perigo que apresentam para a segurança. Estas deficiências denominam-se por cláusulas.

Devido ao elevado número de cláusulas foi necessário qualificar e estabelecer uma classificação mediante a sua gravidade agrupada em três classes.

Para cada uma das classes foram estabelecidos prazos para o restabelecimento da(s) conformidade(s) da instalação, podendo existir um prolongamento concedido pela Câmara Municipal mediante requerimento oportuno dos proprietários ou da Entidade de Manutenção das Instalações de Elevação (EMIE).

As classes são as seguintes [2]:

C1 - Correspondente a situações de elevado risco para a segurança de pessoas e bens, cuja resolução deve ser imediata.

Basta existir uma cláusula desta classe para a instalação chumbar na inspeção e dar lugar à imobilização ou selagem das instalações.

C2 - Correspondente a situações de médio risco para a segurança.

Basta existir uma cláusula desta classe para a instalação chumbar mas não obriga à selagem das instalações.

O prazo a acordar para a resolução das não conformidades detetadas entre a EI e a EMIE é de 60 a 180 dias, contados a partir da data da realização da Inspeção Periódica, podendo ser no entanto prolongado caso a EMIE ou o proprietário do imóvel o solicitem à Câmara Municipal do local a que pertence a instalação e comprove a adjudicação dos trabalhos necessários à resolução das cláusulas aplicadas.

C3 - Correspondente a situações que não representam um risco direto para a segurança, cuja resolução deve ser verificada na inspeção periódica seguinte.

3.5. Tipos de inspeções

3.5.1. Inspeções de segurança

As inspeções de segurança são realizadas com a finalidade de deteção e registo de condições inseguras ou que estejam em vias de insegurança.

Este tipo de inspeções têm por objetivo identificar, analisar e avaliar situações que contribuam para a segurança de pessoas e bens que poderão potenciar risco de acidentes.

3.5.2. Inspeções de rotina diárias

São inspeções que visam identificar e eliminar os riscos comuns que são do conhecimento do ponto de vista laboral, de entre as quais, inexistência de EPI´s, remoção de proteções dos equipamentos e limpeza.

3.5.3. Inspeções periódicas

Devem ser programadas para serem realizadas em intervalos regulares por forma a ser possível incluir a verificação de distintos parâmetros que devem constar num relatório final em que poderão incluir desde a inspeção a um nível mais abrangente de instalações como uma unidade fabril em que existe uma paragem escalonada de todo um setor para o efeito de inspeção até um nível mais restrito num determinado equipamento, tal como as instalações de elevação.

3.5.4. Inspeções especiais

Este tipo de inspeção requer sólidos conhecimentos técnicos em que é utilizada instrumentação especializada e específica. De entre as várias áreas em que se poderá aplicar destacam-se os equipamentos sob pressão e a indústria petrolífera.

3.6. Inspeções periódicas de instalações de elevação

Para efeito de inspeção das instalações existem normas e legislação aplicáveis. Para ser mais compressível torna-se oportuno elaborar a seguinte lista a aplicar [2]:

3.6.1. Elevadores de acionamento elétrico

- Para elevadores até 1970 – Decreto nº 26591 de 14 de Maio de 1936
- Para elevadores a partir de 1970 até 1991 – Decreto nº 513/70 de 30 de Outubro e Decreto Regulamentar 13/80 de 16 de Maio (revisão de segurança ao Decreto nº 513/70)
- Para elevadores a partir de 1991 até 1999 - EN 81-1:1991 (DL 110/91 de 18 de Março)
- Para elevadores a partir de 1999 – NP 81-1:2000/ EN 81-1:1998+A3:2009 (Nova Diretiva Europeia)

3.6.2. Elevadores de acionamento hidráulico

- Para elevadores a partir de 1990 até 2000 – NP EN 81-2:1990
- Para elevadores a partir de 2000 – NP EN 81-2:2000 / EN 81-2:1998+A3:2009

3.6.3. Escadas mecânicas e tapetes rolantes

- Diferem das restantes instalações, estando em vigor as seguintes normas independentemente da data de colocação em serviço da instalação – NP EN 115:1996 / EN 115-1: 2008+A1:2010

3.6.4. Realização de inspeções

Nota prévia: Decorridas duas inspeções periódicas, as mesmas passarão a ter periodicidade bianual [2].

- Ascensores

a) 2 anos, quando situados em edifícios comerciais ou de prestação de serviços, abertos ao público;
b) 4 anos, quando situados em edifícios mistos, de habitação e comerciais ou de prestação de serviços;
c) 4 anos, quando situados em edifícios habitacionais com mais de 32 fogos ou mais de oito pisos;
d) 6 anos, quando situados em edifícios habitacionais não incluídos no ponto anterior;
e) 6 anos, quando situados em estabelecimentos industriais;
f) 6 anos, nos casos não previstos nos pontos anteriores.

- Escadas Mecânicas e Tapetes Rolantes

a) 2 anos

- Monta-Cargas

a) 6 anos

Capítulo 4 - Instalações de Elevação

4.1. Breve perspetiva histórica das instalações de elevação

Os elevadores são equipamentos utilizados em edifícios exclusivamente de habitação, de comércio, de serviços ou mistos para o transporte em altura de pessoas e bens.

Fazendo uma retrospetiva histórica é possível constatar que os sistemas de elevação já eram utilizados pelas antigas civilizações. Um dos melhores exemplos é o império egípcio, aproximadamente em 2850 a.C., na construção da Pirâmide de *Quéops*, também conhecida como a Grande Pirâmide, a maior e mais antiga das três Pirâmides de Gizé onde foram utilizados em grande escala os antepassados dos elevadores atuais.

Com o passar dos séculos foram aparecendo várias máquinas de elevação com distintas funções. Desde o transporte de água em longas distâncias através de baldes fixos a grandes rodas durante o século III a.C ou nos combates épicos entre gladiadores e animais na Roma Antiga em que eram elevados até à arena sob um sistema movido por escravos, no século V a.C.

A nível de desenvolvimento os sistemas de elevação não sofreram grandes progressos por imenso tempo, apenas melhoramentos no processo de suspensão e impedimentos que as rodas de tracção saltassem. Somente no século XVI e devido ao reconhecido génio de *Leonardo da Vinci* com os seus inúmeros esboços de máquinas, boa parte delas de elevação trouxeram um contributo para os projetos nesta área.
Mas foi no início do século XIX e com a revolução industrial em curso que surgiram as grandes inovações nos elevadores, tais como os conhecemos hoje.

No campo dos hidráulicos, foi em 1823 que *Briquet* apresentou ao mundo um elevador que possuía um tanque móvel com água que servia como contrapeso. O seu funcionamento consistia em fazer subir ou descer o elevador através da transferência da água com recurso a uma bomba a vapor para um depósito no topo da plataforma. Uns anos depois a técnica foi aperfeiçoada pela empresa *Zellerfeld* na exploração mineira na Alemanha, em que a cabina de transporte dos operários era forçada a subir através da força exercida por um êmbolo hidráulico de enormes dimensões movido por óleo injetado à pressão.

Na cidade de *Nova York*, em 1853, o americano *Elisha Graves Otis*, fundador da mundialmente conhecida empresa de elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes

Otis, concebeu o primeiro e seguro elevador de passageiros ao introduzir uma inovação que veio revolucionar totalmente o conceito através dum dispositivo de segurança que permite imobilizar o elevador através de um sistema de cunhas que encaixam nas guias em caso de falha relacionada com os cabos de suspensão e por conseguinte de velocidade excessiva da cabina.

Com a evolução, aos elevadores foram sendo incrementados mais mecanismos de controlo e dispositivos de segurança a partir da invenção de *Otis* para garantir maior rapidez, conforto e segurança de pessoas e bens [3] [4].

4.2. Caracterização das instalações de elevação

Segundo a definição das Normas Europeias [5], os sistemas de elevação, particularmente os sistemas de transporte vertical, designados de um modo comum de elevadores, englobam os ascensores, monta-cargas, monta-camas, plataformas, escadas mecânicas e tapetes rolantes.

Quando estamos perante o transporte vertical exclusivo de pessoas a definição correcta corresponde a ascensor.

Em termos de constituição existem elementos que fazem sempre parte de um elevador de passageiros ou de carga, independentemente do seu modo de funcionamento. A saber:

I. Cabina
II. Caixa
III. Iluminação da cabina
IV. Sistema de comando
V. Sistema de botoneiras
VI. Portas de patamar
VII. Sistema de segurança
VIII. Sistema de resgate manual (emergência)
IX. Poço

Os elevadores podem classificar-se em função de algumas das suas características, mais concretamente se existe o transporte de pessoas ou apenas bens ou utilização mista e em função do sistema de acionamento, existindo dois grupos principais: elevadores de acionamento elétrico e de acionamento hidráulico.

No caso particular das inspeções, existe uma classificação adicional, a data de entrada em funcionamento das instalações. Este torna-se um fator muito importante para a Entidade Inspetora (EI) porque influência a lista de verificação ou *check lists* de ensaios a realizar e consequentemente a gravidade das cláusulas de não conformidades a aplicar para cada instalação variam consoante este fator, conforme se encontra descrito em pormenor no capítulo 3 – Inspeções e Legislação.

Optou-se por mencionar durante o presente capítulo as distintas legislações aplicáveis nas inspeções efectuadas embora as mesmas se encontrem devidamente enquadradas no capítulo anterior, a correta caracterização das instalações de elevação encontra-se interligada com a temática da legislação.

4.3. Estrutura e componentes de um elevador

4.3.1. Casa das máquinas de acionamento elétrico

A casa das máquinas presente na grande maioria das instalações é a dos elevadores de acionamento eléctrico. Consiste na zona do edifício destinada à colocação dos sistemas de tração, controlo e de segurança. Respetivamente, as máquinas de tração, o motor elétrico, os quadros de comando e manobra, limitador de velocidade, sistema de resgate manual de emergência e o circuito de iluminação.

4.3.1.1. Sistema de tração

O sistema de tração pode ser de dois tipos, máquina com redutor ou máquina sem redutor (*gearless*). O redutor tem como função realizar uma desaceleração de forma suave transmitindo conforto a quem é transportado na cabina. Este elemento encontra-se acoplado directamente ao veio da roda de tração.

Figura 4.1 - Quadros de comando e máquinas de tração de uma casa das máquinas

4.3.1.2. Sistema de comando

Através do sistema de comando são recebidas e enviadas as ordens dos movimentos que a cabina efetua. Em todos os elevadores pertencentes às NP EN 81-1:1991 e NP EN 81-1:2000, bem como em alguns casos do Decreto nº 513/70 e os que entretanto foram modernizados o sistema de controlo é feito por um quadro de manobra com microprocessadores e autómatos programáveis (PLC´s). Nos mais antigos não modernizados, que se incluem no Decreto nº 26591 de 1936 e parcialmente no Decreto nº 513/70, o quadro de manobra efetua o comando por intermédio de relés e contactores eletromecânicos.

Para completar o circuito de comando presente na casa das máquinas terão que existir duas ligações a partir do quadro de comando. A primeira é ao sistema de tração para transmitir ao motor as ordens de arranque e paragem. A outra é feita através do cabo suspenso e flexível de manobra a todos os elementos de comando, segurança e de indicação presentes ao longo da caixa, cabina, patamares e poço.

As funções mais importantes que o sistema de comando possui são dar a ordem ao sistema de tração do funcionamento, paragem, aceleração e desaceleração da cabina. Recolher informação e armazenar em memória a posição do elevador para verificar se todos os requisitos do sistema de segurança se cumprem antes de iniciar o movimento, caso contrário permanece imobilizado até correção da anomalia. Efetua um atendimento

dos registos solicitados em cada patamar e cabina de forma sequenciada e por prioridades de distância (depende do tipo de controlo). Permite também informar os utilizadores com recurso a sinaléticas acerca do registo de chamadas, posição, movimento ascendente ou descendente da cabina, excesso de carga e sistema de emergência actuado.

4.3.1.3. Sistema de segurança

Finalmente existe o sistema de segurança. O seu elemento principal numa casa das máquinas é o limitador de velocidade.

4.3.1.3.1. Limitador de velocidade

O limitador de velocidade é o elemento que provoca a ação do pára-quedas ou pára-subidas (conforme equipado o elevador e legislação) quando a velocidade da cabina é excessiva, portanto quando esta é superior a 40% da velocidade nominal, e em caso da rutura de algum dos cabos de tração.

4.3.2. Casa das máquinas de acionamento hidráulico

Embora de utilização mais reduzida existe outro tipo de casas das máquinas, as dos elevadores de acionamento hidráulico. Possuem igualmente os sistemas de comando e segurança que são atuados de maneira distinta contendo outros componentes, tais como, cilindro, êmbolo, tubagens e bloco de eletroválvulas.

4.3.2.1. Sistema de comando

O sistema de comando é feito através de uma central hidráulica cuja constituição consiste num grupo eletrobomba, ou seja, uma bomba volumétrica, motor elétrico, reservatório de óleo e um bloco de válvulas.

4.3.2.2. Sistema de segurança

O sistema de segurança inclui-se no bloco de válvulas através das válvulas de manobra de socorro e de uma bomba de acionamento manual.

4.3.3. Cabina

É o nome dado ao compartimento onde são transportadas as pessoas e ou carga entre os distintos patamares ou pisos de um imóvel.

A cabina deverá ser completamente fechada, com exceção obrigatória das portas de acesso e dos sistemas opcionais de ventilação forçada e de saída de emergência.

Geralmente é construída em chapa metálica ou em madeira no caso de determinadas instalações antigas.

Nas instalações de elevação abrangidas pelas NP EN 81-1:1991, NP EN 81-2:1990, NP EN 81-1:2000 e NP EN 81-2:2000 e em algumas das pertencentes ao Decreto nº 26591 de 1936 (modernizados) e ao Decreto nº 513/70 deverão conter para além da iluminação, a sinalização de indicação do piso e do movimento, as botoneiras que permitem ao utilizador controlar o destino e também pedir auxílio em caso de emergência através do alarme, ou seja, os elementos de comunicação com o sistema de comando.

O chassis que envolve a cabina e que permite a sua estrutura de suporte suspensa pelos cabos de tração conferindo a robustez necessária ao movimento e carga nominal transportada denomina-se arcada. É constituída por perfis laminados que através de um sistema de fixação possibilitam o movimento na vertical nas guias por meio de roçadeiras.

Em elevadores pertencentes às NP EN 81-1:1991, NP EN 81-2:1990, NP EN 81-1:2000 e NP EN 81-2:2000 e em todos que se incluem nas legislações anteriores e que entretanto foram modernizados e possuem atualmente porta automática de cabina, existem instalados sensores de proximidade ou barreiras sensoras para evitar que sejam provocados impactos nos utilizadores originado pelo repentino fecho automático da porta. Desta maneira a deteção de um obstáculo é feita através da interrupção do feixe luminoso, recolhendo a porta.

Figura 4.2 - Cabina de ascensor com porta automática

No interior das cabinas de todas as instalações devem estar obrigatoriamente afixadas as placas de indicação da EMIE e os respetivos contactos, tipo de contrato de manutenção (simples ou completo), capacidade de lotação e de carga máxima, indicação luminosa e ou sonora do controlador de carga. Preferencialmente existirá afixado o certificado da última inspeção periódica efectuada.

Para as instalações que possuam porta de cabina será exigível um sistema funcional de iluminação de emergência na ausência de energia.

4.3.4. Botoneiras e indicadores

Para realizar as distintas operações de registo de chamada, instalam-se nos ascensores um sistema de botoneiras principais normalmente situadas nos patamares e no interior das cabinas que permitem otimizar o controlo e facilitar aos utilizadores o registo.

Figura 4.3 - Botoneira de patamar com indicadores de movimento

A sua constituição base é em traços gerais sempre a mesma independentemente do ascensor em causa, contendo os botões de registo de chamada por cada piso e o de alarme de emergência.

Nos elevadores do Decreto nº 26591 de 1936 e os do Decreto nº 513/70 que não possuam porta de cabina tem também o botão de paragem "STOP", que imobiliza de imediato o ascensor ao ser acionado.

Nos elevadores do Decreto nº 513/70 que possuam porta de cabina, da NP EN 81-1:1991 e NP EN 81-1:2000 existem botões de “abrir portas”, “fechar portas” e os botões com registos de chamada contêm normalmente luz.

Em certos casos específicos e de acordo com os fabricantes existem botoneiras opcionais que são instaladas junto às principais ou que fazem parte integrante desta, tais como os botões de chave de acesso a patamares restritos como garagens e sistema de bombeiros, acionamento do sistema de ventilação ou do sistema de emergência da linha telefónica.

Em certas instalações existe no patamar principal ou de entrada do imóvel indicadores luminosos que permitem informar da posição e quais os movimentos que o ascensor está a efetuar a qualquer instante. Torna-se benéfico na medida de evitar o desperdício em viagens da cabina contribuindo para um melhor fluxo de tráfego.

Figura 4.4 - Botoneiras de cabina

4.3.5. Patamar

Considera-se patamar ao local através do qual existe a entrada e saída de pessoas e bens na cabina.

As portas de patamar são projetadas e concebidas com um sistema de fechadura com um encravamento que impede a abertura da porta, com exceção de quando a cabina

se encontra certa ao piso ou na situação iminente de paragem (zona de desencravamento) sendo devidamente informada a presença da cabina através de sinalética luminosa aos utilizadores em cada patamar.

O encravamento da porta de patamar é portanto o ponto principal no que refere à segurança de pessoas e bens e tornou-se com o passar dos anos e com alguns acidentes mortais ocorridos um dos elementos a que maior número de testes é sujeito, sendo homologado somente por um organismo notificado a nível europeu após uma exaustiva série de ensaios de impacto, tração e fadiga, estimados em um milhão de ciclos antes da entrada no mercado.

De acordo com a legislação em vigor, Decreto - Lei nº 320/2002, as portas devem possuir duplo encravamento (no mínimo com um dos contactos elétricos). As suas funções são impedir o funcionamento do elevador enquanto alguma porta de patamar estiver aberta ou enquanto os contactos da fechadura não estiverem atuados.

Figura 4.5 - Patamar e acessos aos ascensores

4.3.6. Contrapeso

Trata-se de uma das partes fundamentais do sistema de elevação, no caso dos elevadores com acionamento elétrico, que permite ao motor elétrico não ter que puxar na totalidade o peso do elevador e da sua carga diminuindo a potência necessária para deslocação do elevador e consequentemente a energia consumida.

Os contrapesos são constituídos por uma arcada onde são inseridos os blocos de cimento ou de aço, as roçadeiras, os amortecedores, as placas dos batentes, as rodas de desvio e o pára-quedas (consoante a instalação).

O peso dos blocos de cimento ou de aço perfazem um peso equivalente ao somatório do peso da cabina e aproximadamente 40% da sua carga útil para garantir a aderência necessária.

Na situação do elevador subir vazio, como o peso do contrapeso é superior ao da cabina, o motor elétrico apenas controla a descida do contrapeso a uma velocidade controlada, poupando energia.

Figura 4.6 - Contrapeso e seus componentes

4.3.7. Caixa

A caixa do elevador é o nome dado ao local no interior do qual a cabina e o contrapeso se deslocam. Pode existir, consoante o modo de acionamento o espaço para as guias e rodas de desvio bem como um dos elementos do sistema de segurança.

O sistema de segurança dos elevadores é composto por dois componentes, um que permite detetar o excesso da velocidade da cabina denominado limitador de velocidade, que se encontra geralmente na casa das máquinas conforme referido anteriormente, e outro que provoca a imobilização da cabina nas guias, o pára-quedas, que se encontra instalado na caixa.

Este elemento funciona em caso de emergência, sempre que exista alguma anomalia em algum dos cabos de suspensão que envolva afrouxamento ou numa situação limite de rotura em que é detetado que a cabina se encontra em excesso de velocidade bloqueando-a através do encravamento nas guias com recurso a um sistema de cunhas (ferros) mantendo-a imobilizada.

O acionamento do pára-quedas é realizado de forma instantânea, embora de acção mecânica progressiva, com o objectivo de não provocar danos em quem segue dentro da cabina devido a uma desaceleração brusca.

O acionamento do pára-subidas é feito sempre de forma progressiva e mais suave que o do pára-quedas para evitar igualmente o desconforto das pessoas que são transportadas na cabina e um encravamento o mínimo severo possível limitando os esforços nas guias até valores admissíveis por forma a facilitar a sua retirada quando reunidas as condições para nova entrada em funcionamento.

O excesso de velocidade da cabina produz um aumento da velocidade da roda do limitador que bloqueia ao encravar as massas provocando um bloqueio do cabo do limitador que por sua vez aciona uma alavanca que faz funcionar o mecanismo mecânico de atuação do pára-quedas da cabina.

As caixas devem ser fechadas e com paredes de superfície contínua e o mais lisas possível não podendo existir qualquer tipo de serviço alheio ao serviço do elevador. Das suas aberturas apenas poderão constar as portas de acesso aos patamares e eventuais saídas de emergência e ventilação, conforme referência no projeto da instalação e com as dimensões de acordo com os regulamentos.

Nas instalações de elevação abrangidas pelas NP EN 81-1:1991, NP EN 81-2:1990, NP EN 81-1:2000 e NP EN 81-2:2000 terão que possuir um sistema de iluminação na

caixa. Nas pertencentes ao Decreto nº 26591 de 1936 e do Decreto nº 513/70 modernizadas poderá existir opcionalmente a iluminação da caixa.

Figura 4.7 - Caixa de ascensor de acionamento eléctrico

4.3.8. Guias e sistema de fixações

As guias são os elementos que permitem controlar a trajetória do elevador e do contrapeso, garantindo a sua posição ao longo do curso no interior da caixa.

Tanto as guias como o seu sistema de fixação são projetados com o objetivo de suportarem os esforços transversais que a carga descentrada transportada na cabina origina e também causados por um possível funcionamento do pára-quedas em situação de emergência.

Figura 4.8 - Sistema de guias e fixações

4.3.9. Cabos de suspensão

Num elevador podem existir distintos cabos de aço, que variam a sua composição e diâmetro de acordo com o tipo de instalação onde são aplicados e a função que desempenham.

Existem cabos de tração, cabo do limitador de velocidade, cabo de manobra flexível e cabos ou correntes de compensação.

Os cabos de tração são elementos metálicos compostos por filamentos entrelaçados que formam um cordão com resistência suficiente para superar as solicitações dos esforços de extensão verificadas nos movimentos do elevador.

Figura 4.9 - Cabos de suspensão (vista desde a abertura na laje das casa das máquinas)

4.3.10. Poço

O poço é o local da caixa do elevador que se situa abaixo do nível do último patamar.

Aqui encontram-se alguns dos dispositivos de segurança, tais como, o sensor de fim de curso inferior, que atua quando não é realizada a paragem normal no extremo inferior e imobiliza o elevador. No poço encontram-se os amortecedores ou para choques, em que a cabina ou o contrapeso podem encostar em caso de falha dos sensores de fim de curso inferior e ou superior bem como do botão de *stop* que permite parar o movimento do elevador quando pressionado.

Figura 4.10 - Sistema de amortecimento da cabina e contrapeso

Também poderão existir os dispositivos de acesso e a roda tensora com o respetivo contacto elétrico, conforme o elevador. A função da roda tensora é manter a tensão do cabo do limitador de velocidade.

Figura 4.11 - Roda tensora e respetivo contacto eléctrico

4.4. Tipos de acionamento

Ao longo do tempo existiram alguns tipos de sistemas de elevação. Atualmente os elevadores utilizam dois tipos de acionamento que são os mais usuais e que podem ser classificados da seguinte maneira [6]:

- Elevadores elétricos de tração por roda de aderência;
- Elevadores hidráulicos

Salienta-se que existem no entanto outros tipos de elevadores, de utilização especial, tais como os que se encontram nas minas, nas obras, com fins militares e para

pessoas com mobilidade reduzida que possuem um regulamento específico e cuja classificação é considerada à parte, a saber:

- Elevador com tambor de enrolamento;
- Elevador de pinhão e cremalheira;
- Elevador de fuso;
- Elevador de transporte de cadeiras de rodas

4.4.1. Elevadores de acionamento elétrico

O elevador de acionamento elétrico, vulgarmente designado por elevador elétrico é o mais utilizado como instalação de elevação devido à sua eficiência de baixo consumo energético e menores restrições de projeto face aos de acionamento hidráulico.

Resumidamente trata-se de um sistema constituído por um motor elétrico com redutor, sistema de engrenagens, freio e roda de aderência de tração.

Trata-se de um sistema que permite suspender a arcada que suporta a cabina por meio de cabos de aço que passam por uma roda de aderência e cujo acionamento é feito a partir de um motor elétrico. Por sua vez estes cabos possibilitam a união da cabina ao contrapeso. Cada cabo é constituído por vários elementos de filamentos de aço entrelaçados originando uma estrutura firme e com elevada resistência mecânica.

Em termos de constituição os elevadores elétricos possuem para além da casa das máquinas (fisicamente ou não), a caixa, cabina de transporte de passageiros e ou carga, contrapeso, patamares de acesso e poço.

O contrapeso possui um peso superior em 40% da carga nominal que a cabina pode transportar, portanto quando esta carrega aproximadamente metade da sua carga encontra-se em equilíbrio com o contrapeso [6].

Através do equilíbrio torna-se possível aplicar a conservação da energia devido a ter duas cargas suspensas semelhantes em cada um dos lados da roda de aderência. Permite desta forma utilizar apenas uma reduzida energia necessária para manter o equilíbrio e vencer o atrito.

Analisando o movimento do elevador e através de um raciocínio muito simples é possível observar que quando a cabina desce, o contrapeso sobe e quando o contrapeso desce, a cabina sobe, ou seja, verifica-se o princípio da energia potencial constante do sistema.

No que respeita à segurança os elevadores são projetados, desenvolvidos e instalados com redundâncias de segurança para evitar por exemplo numa situação

isolada de rotura de um ou mais cabos de suspensão não resultem em danos para pessoas e bens.

Uma das principais seguranças verifica-se em caso de velocidade excessiva através do sistema de acionamento do pára-quedas ou de cunhas no limitador de velocidade que permite que estas encaixem nas guias de forma robusta e imobilizem o elevador em qualquer posição ao longo do seu curso.

Relativamente à localização da casa das máquinas, existem três tipos de elevadores eléctricos:

- Com casa das máquinas por cima da caixa;
- Com casa das máquinas por baixo da caixa;
- Sem casa das máquinas (física)

4.4.1.1. Elevadores elétricos com casa das máquinas

Estes elevadores são os mais comuns de encontrar numa instalação. A sua localização pode ser distinta de acordo com o projeto e tipologia do edifício em que está inserido.

Regra geral a casa das máquinas situa-se por cima da caixa, podendo existir um sistema de rodas de desvio que provém da máquina de tração para reduzir a tensão nos cabos de aço.
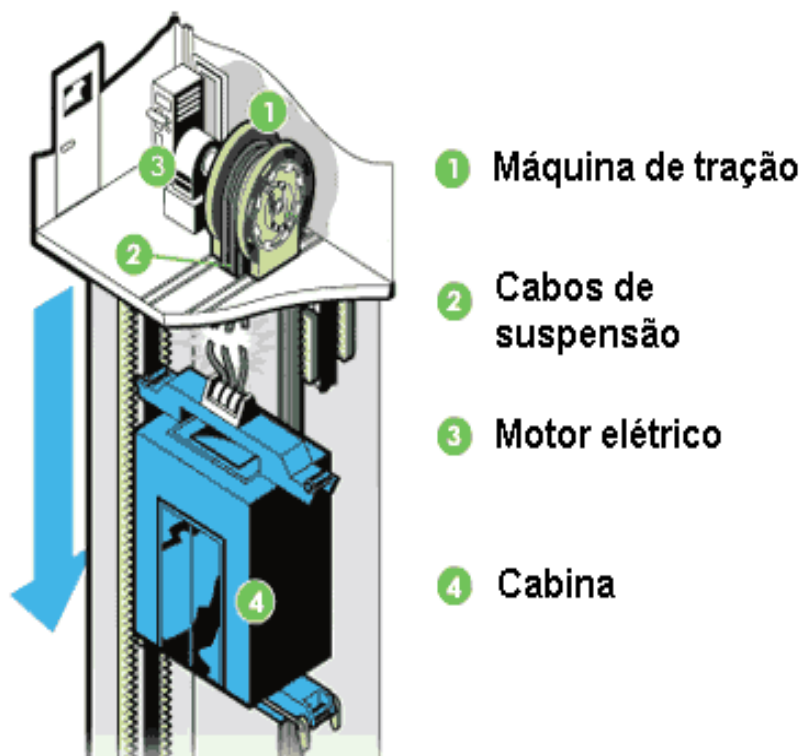
Figura 4.12 – Constituição, aspeto geral e localização da casa das máquinas de elevador de acionamento elétrico [7]

4.4.1.2. Elevadores elétricos sem casa das máquinas

Com a entrada no século XXI e acompanhando a linha de evolução do mercado imobiliário no que respeita ao aproveitamento de espaço nos imóveis devido à valorização do m^2 a casa das máquinas dos elevadores deixou de ser uma imposição obrigatória de projeto sendo cada vez mais a opção da existência de um elevador sem casa das máquinas mais viável.

Estes elevadores possuem o limitador de velocidade e a máquina de tração na zona superior da caixa do elevador, nas imediações da laje. O comando, quadro parcial e o sistema de resgate são instalados por norma no patamar do último piso, junto dos elevadores, para facilitar o trabalho quer da manutenção como das inspeções obrigatórias.

Figura 4.13 - Aspeto de elevador sem casa das máquinas

4.4.1.3. Elevadores de acionamento elétrico com cinta

Aos elevadores convencionais podem ser realizadas alterações com vista à substituição dos cabos de aço por cintas de filamentos de aço de alta resistência reforçadas por poliuretano.

Estas cintas ao possuírem um número superior de cabos de aço na sua composição, embora com um diâmetro menor que os tradicionais cabos de aço, possuem maior resistência e possibilitam melhor flexibilidade na capacidade para suportar cargas. Ao mesmo tempo eliminam o sistema de engrenagens e de lubrificação.

Tem como inconveniente os custos elevados, quer das cintas devido aos materiais que as constituem como de uma possível remodelação que inclua a substituição dos cabos de aço.
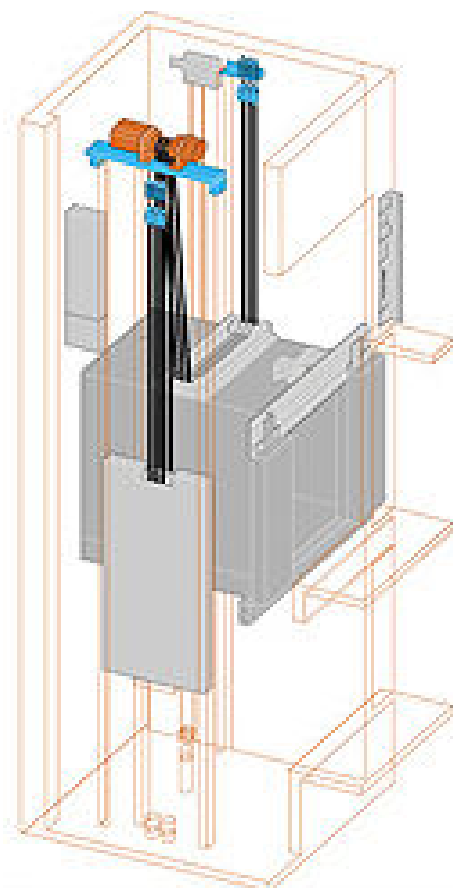
Figura 4.14 – Aspeto geral de elevador com cinta [8]

4.4.2. Elevadores de acionamento hidráulico

O elevador de acionamento hidráulico, mais conhecido simplesmente por elevador hidráulico tem os movimentos de arranque, subida, descida e paragem de cabina comandados através de uma central hidráulica. Esta central tem por componente principal um grupo eletrobomba, constituído por uma bomba volumétrica do tipo alternativa com filtro de aspiração, o motor elétrico, o reservatório de óleo e bloco de válvulas que inclui a de comando limitadora de pressão e a de manobra de socorro.

Para além destes componentes a central hidráulica tem também uma haste para medição do nível de óleo ou indicador luminoso que permite indicar a posição da cabina a qualquer momento, bem como um manómetro de indicação de pressão do óleo e uma bomba de acionamento manual.

Figura 4.15 - Central hidráulica situada na casa das máquinas

As bombas alternativas são mais utilizadas devido à sua elevada capacidade de bombeamento mesmo para líquidos viscosos como o óleo por exemplo.

No caso dos hidráulicos as bombas possuem êmbolo e cilindro, cujo movimento é feito através de um mecanismo biela-manivela semelhante ao dos automóveis, diferindo que aqui o accionamento é feito por um motor eléctrico ao invés de combustão interna.

Relativamente ao seu modo de funcionamento, o movimento de subida é realizado quando a bomba alternativa inicia a extração do óleo desde o reservatório ao mesmo tempo que a válvula limitadora de pressão se encontra fechada. Desta forma o óleo pressurizado passa direto para o cilindro ou cilindros, conforme o elevador hidráulico e empurra o(s) êmbolo(s) para cima, permitindo erguer a cabina.

Quando o elevador se encontra a chegar ao patamar selecionado, o sistema de controlo envia um sinal para o motor elétrico para desta forma desligar gradualmente a bomba.

Estando a bomba fechada não existe mais passagem de óleo para o cilindro. O óleo ao não possuir escapatória, devido à válvula manter-se fechada, não permite o êmbolo alterar a posição e portanto imobiliza o elevador no piso pretendido.

Na descida, o sistema de controlo do elevador envia um sinal para a válvula de acionamento por solenóide que ao abrir permite que o óleo acumulado no cilindro possa fluir por gravidade para o reservatório.

Se for necessário efectuar uma paragem num andar inferior, o sistema de controlo voltará a fechar a válvula, imobilizando o elevador no piso selecionado.

Este tipo de sistema de acionamento tem como principal vantagem a grande facilidade de multiplicar a força que a bomba gera através da transmissão do óleo a vários pontos.

O facto de ter o movimento no sentido de descida simplesmente por efeito de gravidade permite facilitar muito a manobra em caso de resgate de emergência uma vez que o elevador desce somente com a pressão da válvula de manobra de socorro.

O tamanho dos equipamentos torna-se uma das limitações dos hidráulicos devido à capacidade em atingir os andares altos o que consequentemente inclui êmbolos e cilindros de maiores dimensões o que inviabiliza a escolha deste tipo de acionamento pelos custos associados.

Como inconveniente neste acionamento é também possível verificar que em cada movimento de subida existe um grande dispêndio de energia a fornecer ao motor elétrico e por sua vez à bomba para que seja possível injetar o óleo no êmbolo e uma vez que não existe meio de armazenamento dessa energia torna este tipo de acionamento pouco eficiente. Esta ineficiência é no entanto parcialmente recuperada na descida devido ao movimento originado pelo retorno do óleo para o depósito por efeito de gravidade, ficando no entanto limitada a sua precisão de paragem pela temperatura do óleo.

A sua utilização é mais usual em situações em que a altura da instalação é reduzida, ou seja, em residências ou prédios que possuam poucos andares sendo uma restrição de projeto.

Com raras exceções, os elevadores hidráulicos não possuem contrapeso o que traz como consequência que a potência necessária para mover a cabina na subida ser

muito superior à potência necessária para um elevador de acionamento eléctrico tornando-se uma desvantagem.
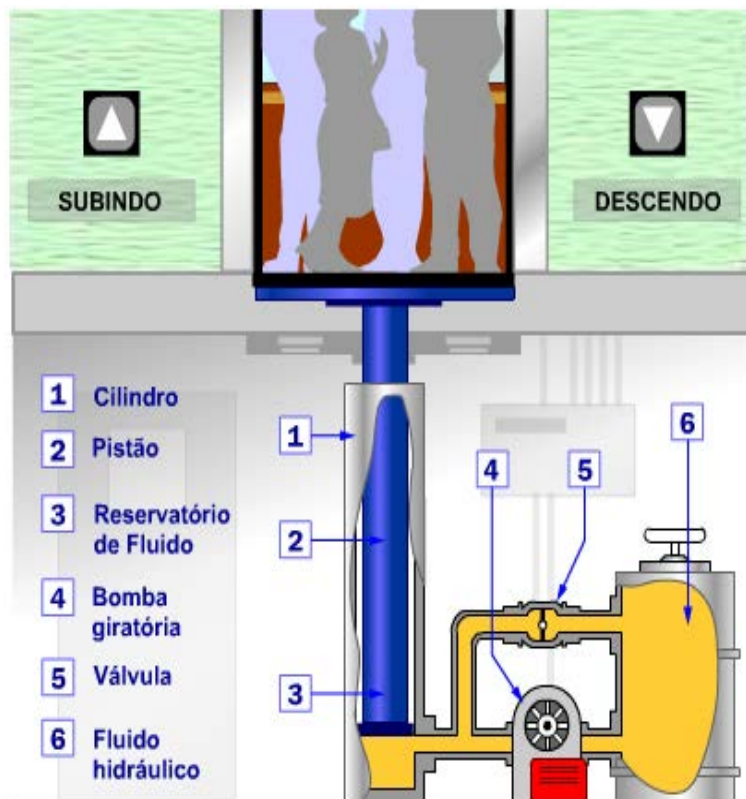
Figura 4.16 - Componentes de um elevador hidráulico [9]

4.5. Escadas mecânicas

As escadas mecânicas são instalações destinadas ao transporte de pessoas e bens entre dois patamares. Por norma são aplicadas em edifícios com fins comerciais ou onde existe a necessidade da sua utilização devido a um declive pronunciado e passagem elevada de pessoas, tal como os locais de chegada e partida de passageiros nos aeroportos, estações ferroviárias, de metropolitano ou fluviais.

Na constituição de uma escada mecânica terá que constar sempre o par de correntes que envolve os dois pares de engrenagens, da estação de tração e de retorno. Estas correntes movimentam-se a partir da transmissão realizada pelas engrenagens que estão acopladas ao veio do motor elétrico através de uma correia.

O motor elétrico por sua vez movimenta também o corrimão de borracha da escada que para além de servir de apoio e transmitir estabilidade aos utilizadores tem como

função ser a correia de transmissão do conjunto de engrenagens que permitem o seu funcionamento.

Os elementos que compõem o motor, engrenagens e correntes encontram-se instalados nas estações de tração e de retorno, dentro de estruturas metálicas, em cada patamar.

As correntes transmitem o movimento aos degraus permitindo desta forma estar sempre nivelados. Na parte superior e inferior da escada mecânica os degraus encaixam-se, possibilitando uma plataforma plana que permite a sua correta utilização.
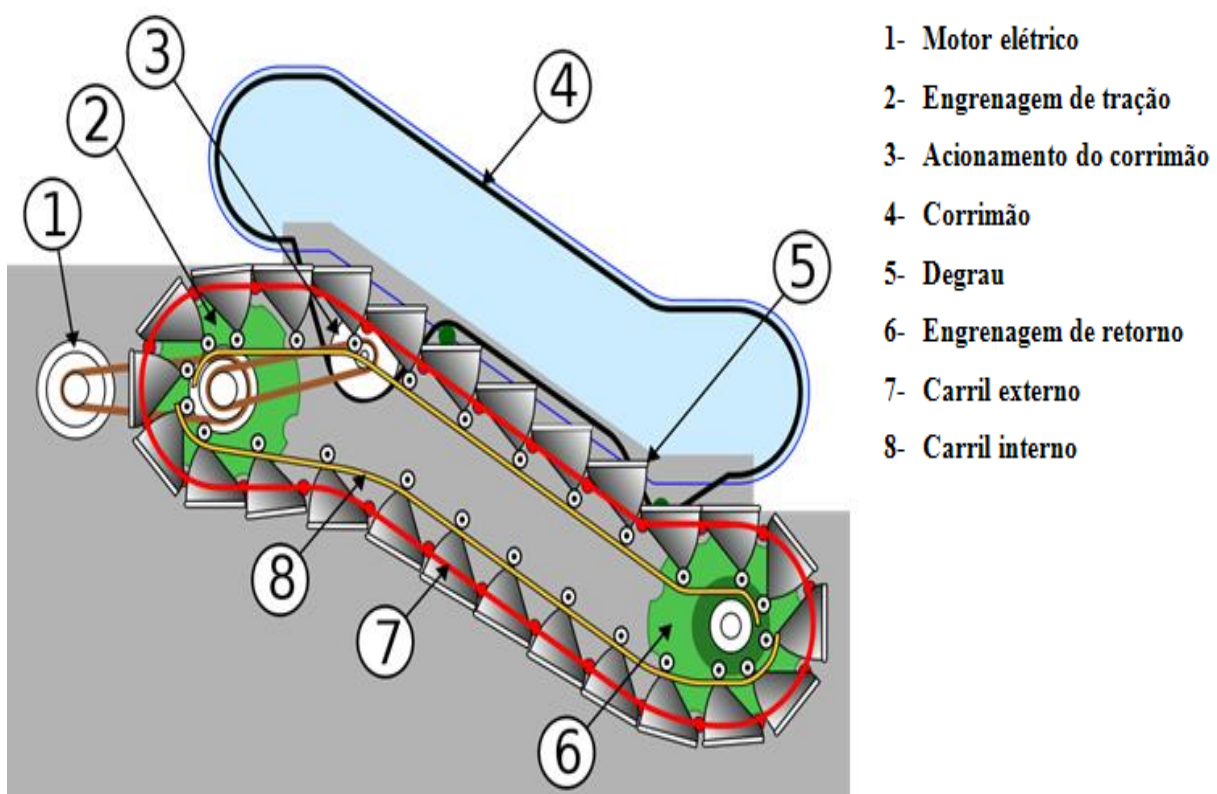
Figura 4.17 - Aspecto geral e constituição de uma escada mecânica [10]

Cada degrau na escada mecânica tem dois conjuntos de rodas que se movem em dois carris separados. O conjunto superior está acoplado às correntes e é puxado pela engrenagem de tracção na parte superior da escada.

O outro conjunto de rodas desliza ao longo do carril que por sua vez segue o primeiro conjunto. Os carris são posicionados para que cada degrau mantenha sempre o mesmo nível. Cada degrau contém uma série de ranhuras usadas para encaixar os degraus entre si à medida que a escada fica plana.

4.6. Tapetes rolantes

Os tapetes rolantes servem também para o transporte de pessoas e bens, permitindo efetuar deslocações com maior rapidez, segurança e comodidade entre dois ou mais patamares. Podem assumir dois tipos distintos, horizontais ou inclinados.

Aplicam-se normalmente em edifícios com fins comerciais bem como noutras zonas de elevado fluxo de passagem de pessoas e como o próprio nome indicia não possuem degraus sendo totalmente planos.

Em termos de constituição e funcionamento são semelhantes às escadas mecânicas porque ambas as instalações partilham a mesma plataforma.

Figura 4.18 - Aspecto geral de um tapete rolante [11]

Capítulo 5 - O Risco

5.1. Definição

Na nossa vida quotidiana está presente no senso comum que o risco está geralmente associado a perdas que poderão ser traduzidas em prejuízos ao nível material e ou humano e por consequência envolver um certo grau de perigo.

No entanto, existe a noção que risco e perigo são uma e a mesma coisa, o que na realidade não está correto e que por isso importa clarificar essa diferença no contexto deste trabalho.

O risco define-se por uma abordagem quantitativa ou semi-quantitativa de modo a ser possível aplicar modelos de probabilidade de falha (POF) ao mesmo tempo que avalia as consequências da falha (COF).

O perigo consiste na consequência do risco acontecer permitindo quantificar a sua gravidade.

O risco é portanto um ponto de partida do qual deriva o perigo [12].

Num exemplo simples e sintético, pode definir-se que o risco é a existência de um buraco no passeio. Perigo é uma pessoa cair nele.

5.2. Tipos de risco

Conforme o âmbito em que é inserido, o risco pode ser de vários tipos e possuir diferentes definições.

Apesar de ser um tema vasto, destacam-se alguns conceitos de risco que serão os mais importantes e comuns à nossa vida quotidiana e profissional.

Em locais de trabalho, o risco está relacionado com uma procura de falhas que poderão provocar insegurança laboral em diferentes funções e equipamentos [12].

No risco biológico, existe uma possibilidade de cariz contagiante por efeito de uma epidemia ou por matéria biológica potencialmente perigosa.

No contexto financeiro, o risco relaciona-se com a capacidade de certa pessoa, entidade ou país não conseguirem pagar uma dívida num determinado prazo.

Em termos ambientais o risco é encarado com o objectivo de determinar a probabilidade de ocorrência e as consequências para o ambiente e saúde humana.

5.3. Risco no contexto do tema

Relativamente aos sistemas de elevação existe uma grande diversificação de riscos associados, conforme a análise desenvolvida em detalhe e observada nos Anexos I,II e III.

Tendo em atenção o ponto de vista somente da utilização existem alguns riscos que se podem destacar por ocorrerem com maior frequência:

→ Entalamentos com portas automáticas de cabina devido a falha no(s) sensor(es) originando um funcionamento descontrolado das portas;

→ Quedas na entrada ou saída da cabina devido a desnível acentuado existente entre o patamar e o pavimento da cabina;

→ Falha no operador/ encravamento de porta proporcionando a sua abertura em andamento ou imobilização da cabina mesmo em situações em que a cabina não se encontra coincidente com o patamar possibilitando acidentes e proporcionando a situação de pessoas presas

Tendo em atenção o ponto de vista somente dos trabalhos de manutenção existem alguns riscos que se podem destacar por ocorrerem com maior frequência:

→ Falhas nos distintos sistemas de segurança, nomeadamente no limitador de velocidade, contacto da roda tensora do cabo do limitador de velocidade, botoneiras de comando de revisão localizadas na cobertura da cabina, interruptor de “stop” no poço, sensores de fim de curso, sistema de pára-quedas ou pára-subidas inoperacionais, cabos da roda de tração e ou do limitador de velocidade com filamentos partidos ou indícios de corrosão e portas de patamar que não estão devidamente encravadas por descuido ou desatenção possibilitando a sua abertura directamente para o poço do elevador;

→ Existência de infiltrações na casa das máquinas que atingem e influenciam o desempenho dos equipamentos, nomeadamente do quadro geral de entrada e de comando;

→ Existência de água no poço do elevador originando falha no funcionamento da instalação com forte possibilidade de ocorrer curto-circuitos

5.4. Metodologias de análise de risco

5.4.1. O que são e para que servem?

Num mercado cada vez mais exigente e competitivo, tornou-se prioritário para as empresas evitar paragens imprevistas que podem originar perdas avultadas.

Com a evolução notória em termos de proteção ambiental e de segurança devido às medidas impostas no âmbito europeu, uma melhor gestão e análise de riscos nas empresas proporciona valor acrescentado.

Segundo a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA), “a avaliação de riscos é o processo que mede os perigos para a segurança e saúde dos trabalhadores decorrentes de riscos no local de trabalho” [12].

Transpondo esta definição para um conceito mais abrangente é possível observar que as metodologias de análise de risco consistem em estudos sistemáticos cujos objetivos são identificar as causas que poderão causar danos ou lesões a pessoas e bens, avaliar a possibilidade dos riscos serem reduzidos ou mesmo eliminados e estabelecer o seu controlo a partir de medidas de prevenção entretanto definidas.

A avaliação de riscos não pode nem deve ser encarada como tendo apenas uma forma correta de ser realizada, uma vez que depende da maneira como é abordada, resultando daí distintas circunstâncias e exploração de cenários possíveis que variam consoante as falhas consideradas.

5.4.2 Etapas genéricas da metodologia

As metodologias de análise de risco possuem algumas etapas que são fundamentais para o seu sucesso e desempenho. O primeiro ponto a ter em atenção é a identificação de riscos para as pessoas e ou bens numa determinada situação. Após reunir todos os dados de informação torna-se possível estabelecer padrões de exposição ao risco das pessoas e ou bens e por conseguinte a probabilidade de ocorrência das causas e os efeitos das suas consequências.

Posteriormente são realizadas análises de risco de maneira a perceber quais as medidas de controlo adequadas a implementar em cada risco identificado e sempre que

possível as medidas para eliminá-lo. Torna-se importante a aplicação das medidas de prevenção e de proteção através da elaboração de um plano de prioridades.

Por último, é necessário comprovar a eficácia das medidas aplicadas, efetuando-se uma revisão e monitorização da análise de risco.

Nalguns casos, uma única abordagem que reúna todos os riscos existentes num local de trabalho ou no funcionamento de determinado equipamento poderá ser apropriada. Noutros casos, poderá ser mais adequado adotar diferentes abordagens para diferentes áreas consoante o local e tipo de trabalho. A análise varia consoante as falhas consideradas.

Resumindo, as metodologias de análise de risco têm por objetivo identificar, avaliar, gerir e comunicar os riscos que possam originar falhas num determinado equipamento ou serviço prestado.

No contexto deste relatório existiu um foco e particular relevância na análise de risco para pessoas e bens quanto à utilização e trabalhos inerentes ao funcionamento de elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes pelo que existirá um seguimento deste tipo de análise de risco daqui em diante.

5.4.3. Caracterização das análises de risco

Com o intuito de controlar melhor os riscos associados a uma determinada função ou equipamento, a existência de medidas de controlo e prevenção permitem uma revisão de todo o projeto de forma mais rápida [12].

Estas medidas abrangem algumas etapas a cumprir, nomeadamente:

1. Tendo por base experiências anteriores e os respetivos riscos inerentes ao sistema desenvolvido estabelecer semelhanças com vista à revisão de problemas conhecidos evitando-os;
2. Clarificar os objetivos a que se destinam as várias medidas, de modo a delimitar a sua abrangência, definindo as suas funções, procedimentos e como serão realizadas as operações;
3. Determinar os riscos com maior potencial a causar lesões diretas e imediatas em pessoas e que provoquem danos em equipamentos ou outros materiais;
4. Determinar uma “árvore de riscos” para ficar a perceber a partir dos riscos principais quais as ramificações;

5. Revisão de todo o sistema de controlo de riscos através de *brainstorming* para debater quais os meios disponíveis e tomar as decisões mais viáveis para cada sistema analisado;
6. Em caso de perda de controlo sobre os riscos a analisar quais as consequências que poderão ocorrer;
7. Indicação específica de quem ficará responsável pela execução das ações corretivas ou preventivas a efectuar em cada situação analisada;
8. Plano de monitorização da metodologia aplicada

5.5. Metodologias de análise de risco

5.5.1. Análise preliminar de riscos (*Preliminary Hazard Analysis*)

A análise preliminar de riscos (PHA) é uma técnica de estudo aplicada nas fases de projeto, desenvolvimento e conceção com o objetivo de serem identificados e descritos os potenciais riscos inerentes ao seu funcionamento.

O estudo permite ainda perceber as causas desses riscos e as suas prováveis consequências. Toda esta informação permitirá então o planeamento de ações, medidas de prevenção e corretivas das eventuais falhas detectadas.

Esta análise geralmente antecede a aplicação de outras técnicas mais detalhadas de análise como a *RBI, Hazop,* Árvore de falhas*, RCM, FMEA* ou *FMECA*,

Como o seu próprio nome indica ao ser realizada nas fases iniciais torna-se especialmente importante na investigação e desenvolvimento de inovações apresentadas na área da elevação sendo uma ferramenta para a identificação dos riscos e estabelecer medidas corretivas na fase de projeto.

É uma ferramenta que pode também servir para efetuar uma revisão geral de segurança em instalações que já se encontram em funcionamento possibilitando determinar riscos que não foram detectados numa primeira fase [13].

5.5.2. RBI *“Risk-Based Inspection”*

Perante o crescimento do panorama industrial na última década que temos assistido em determinados setores da economia quer a nível nacional como internacional, acrescendo aos fatores de mudança da gestão com a substituição da manutenção corretiva pela manutenção preventiva, do forte aumento da competitividade e da necessidade da maior disponibilidade dos equipamentos, tornou-se implícito integrar nas situações adequadas os pressupostos da metodologia RBI em torno desta mudança.

Como o próprio nome indica é uma metodologia dirigida à actividade relativa a inspeções tendo por base uma análise de risco onde são definidas prioridades para otimizar o processo quer da qualidade do serviço prestado como da segurança dos equipamentos.

A metodologia de análise de risco RBI (*Risk-Based Inspection*) é utilizada com o objetivo de estabelecer e otimizar os planos de inspeção e manutenção de equipamentos. Permite definir as ações a ser implementadas de uma forma estruturada e objetiva para manter um nível de funcionamento adequado e produtivo do sistema analisado [14].

Consiste num processo de identificação, avaliação e mapeamento de riscos que possam ser controlados através de inspeções e de acordo com a degradação originada pelos riscos [15].

A fase da identificação de riscos divide-se numa primeira fase na definição do sistema a analisar, constituindo as fronteiras necessárias e que melhor se adaptam a cada caso de estudo. Posteriormente existe a recolha do maior número possível de informações para identificar os mecanismos de deterioração e modos de falha através de rigorosa análise ao funcionamento e dados das características do equipamento ou componente, se o risco abrange todo o mecanismo ou é somente parcial com recurso ao acesso dos registos de inspeções anteriormente realizadas.

A fase de avaliação de riscos passa por uma abordagem quantitativa ou semi-quantitativa de modo a ser possível aplicar modelos de probabilidade de falha (POF) ao mesmo tempo que avalia as consequências da falha (COF).

A definição através de um mapeamento é realizada de acordo com uma classificação do risco e da gravidade que apresenta para os utilizadores e pessoas afetas aos serviços de manutenção das instalações, permitindo desenvolver um planeamento que é um dos pontos fundamentais para o êxito da RBI pois permite gerir o risco com atividades de inspeção [15].
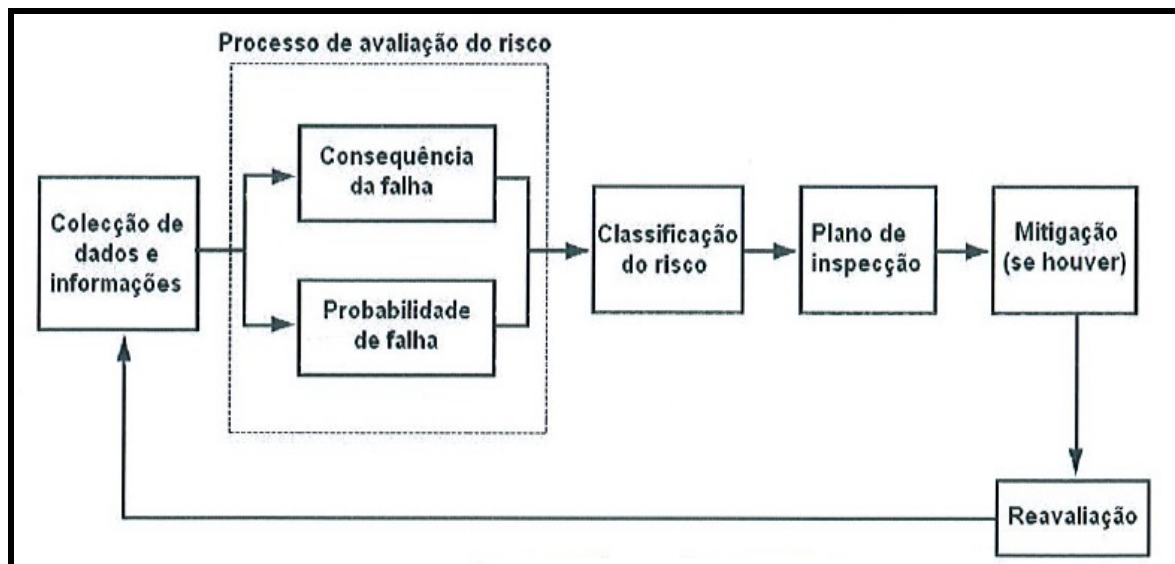
Figura 5.1 - Etapas da metodologia RBI [15]

O processo RBI é capaz de gerar:

a) Classificação do risco de todos os equipamentos analisados;

b) Descrição detalhada do plano de inspeção a ser realizado em cada componente do equipamento, indicando:

    i. Métodos de inspeção que devem ser utilizados;
    ii. Calendário de inspeções;

c) Descrição de outras actividades de mitigação;

d) Níveis de risco esperados de todos os equipamentos após o plano de inspeção e outras atividades de mitigação do risco a serem implementadas

Ao longo do processo são desenvolvidos documentos com os registos da metodologia, mencionando entre outros, a responsabilidade técnica e legislação aplicável.

A abordagem RBI ao possuir um maior conhecimento dos mecanismos de degradação permite identificar e reduzir os riscos otimizando os meios técnicos e humanos de Inspeção e Manutenção definindo um correto plano de inspeção atendendo, de maneira particular, às paragens dos equipamentos nos ciclos de produção e de maneira geral eliminar inspeções desnecessárias que não trazem valor acrescentado [15].

5.5.3. *Hazop*

A metodologia *Hazop (Hazard and Operability Studies)* tem como função identificar os perigos que originam problemas de operacionalidade num sistema, identificar os perigos que podem ocorrer causados por falhas de segurança que possam colocar em risco os operadores e utilizadores dos equipamentos e comprometer a segurança das instalações e efetuar uma avaliação das causas e respetivas consequências dos desvios sobre o processo [13].

Os perigos são determinados numa fase de projeto ou em utilização através de uma revisão metódica e altamente estruturada.

Baseia-se num procedimento de perguntas de método sistemático e com recurso à utilização apropriada de um conjunto de palavras-chave aplicadas aos pontos críticos do sistema em estudo.

Através destas perguntas torna-se possível efetuar uma análise simulando um comportamento fora das condições normais de funcionamento, identificando os desvios e as respetivas causas responsáveis. A metodologia procura propor medidas para eliminar ou controlar o perigo resolvendo o problema de inoperacionalidade do sistema.

Desta forma é possível ter uma decisão sobre se um projeto possui ou não recursos suficientes para garantir a operabilidade mesmo em situações de ocorrência dos desvios detetados.

Sendo uma metodologia estruturada para identificar desvios operacionais pode ser utilizada na fase de projeto de novos sistemas ou unidades com recurso de fluxogramas de engenharia ou como uma revisão geral de segurança nos processos de instalação ou de modificação e ampliação de sistemas já em funcionamento.

A execução da metodologia *Hazop* requer alguns pontos para uma correta análise. Para além da participação de especialistas experientes, tais como, técnicos de manutenção dos equipamentos específicos e ou do fabricante deverão existir informações precisas, detalhadas e atualizadas a respeito do projeto e operação do sistema analisado. Estas informações podem ser obtidas através de documentação técnica, nomeadamente especificações técnicas do fabricante, procedimentos de operação e manutenção, relatórios de inspeções anteriormente efetuadas (nos casos dos sistemas já em funcionamento), especificações e padrões dos materiais das tubagens e

desenhos técnicos aplicáveis que permitem observar as interfaces e conexões com outros equipamentos do sistema analisado.

A técnica *Hazop* poderá ser aplicada como manual de instruções e procedimentos visando identificar e sempre que possível corrigir os perigos com vista a eliminar os riscos tornando-se uma metodologia bastante simples em toda a sua abordagem uma vez que não existem suposições permitindo a recomendação, entre outras, de alterações no projeto e mudança nos procedimentos de operação e manutenção [16][17][18].

5.5.4. Árvore de falhas

Este método permite através de um diagrama gráfico dedutivo e lógico obter um conjunto mínimo de causas e falhas que levariam a um determinado acontecimento final.

Possibilita a partir do acontecimento inicial chegar às possíveis consequências seguindo uma estrutura com uma sequência lógica por itens de falha que são apresentadas no diagrama onde o observador fica com uma perceção imediata de todos os cenários.

A árvore é constituída pelas taxas de falha de cada item até ser obtida a taxa de falha do acontecimento final.

O método a ser aplicado é desenvolvido em várias etapas distintas e que importa enumerar:

1) Inicia-se a seleção do acontecimento final de falha cuja probabilidade de ocorrência dever ser determinada;
2) É efetuada uma revisão de todos os fatores intervenientes, como o ambiente envolvente, dados de projeto, exigências do sistema, determinando os itens de falha que podem contribuir para a ocorrência do acontecimento final;
3) Com recurso a um diagrama em árvore são relacionados os itens de falha de forma a conseguir o seu inter-relacionamento;
4) Através de álgebra booleana são desenvolvidas expressões matemáticas que representam as entradas de cada item da árvore de falha que são efetuadas por portas lógicas com significado de operações de adição e multiplicação;

5) De maneira a determinar a probabilidade de ocorrência de falha de cada componente presente na equação simplificada são consultados dados do fabricante, recorre-se a registos anteriores e a comparações com equipamentos semelhantes;
6) As probabilidades de ocorrência são aplicadas à expressão simplificada calculando-se a probabilidade de ocorrência do acontecimento final de falha desejado.

Este método permite obter um número mais completo de informações e conhecimentos do sistema analisado proporcionado uma visão mais clara e abrangente das possibilidades imediatas de atuação para identificação e resolução de falhas.

A utilização da árvore de falhas permite determinar a sequência mais crítica ou provável que leva a um acontecimento de falha e identifica falhas localizadas ao longo do processo de forma simples e gráfica tornando a análise intuitiva da combinação de itens que precisam de ser corrigidos de modo a reduzir ou até mesmo eliminar a probabilidade de ocorrência do acontecimento final de falha [18].

5.5.5. RCM "*Reliability Centered Maintenance*"

Reliability Centered Maintenance, ou em português Manutenção Centrada na Fiabilidade, é definida como "o método utilizado para determinar o tipo de metodologia de manutenção mais efetivo para o tratamento de falhas potenciais".

Trata-se de um processo utilizado para identificar ações que quando executadas tem o objetivo de reduzir a probabilidade de falha de um equipamento bem como dos seus custos de manutenção.

O RCM tem como finalidade responder às necessidades da Manutenção de qualquer equipamento ou serviço em contexto operacional [19].

Algumas das respostas que esta metodologia permite obter são as funções e desempenho do equipamento analisado numa fase de funcionamento.

Possibilita associar a cada função específica as falhas de um componente ou equipamento quando não se encontra nas devidas condições.

Figura 5.2 - Etapas no processo RCM [19]

A análise a efetuar deve ser sempre que possível qualitativa e quantitativa permitindo classificar as falhas. No decorrer da análise a metodologia FMEA identifica cada função do sistema e as falhas associadas.

Ao efetuar uma análise mais profunda identifica os modos de falha associados e as consequências destas sobre o sistema. Uma particularidade ao nível de sistema geralmente observada na prática é a ampla possibilidade de existência de modos de falha múltiplos associados à mesma falha.

Esta etapa efetua perguntas *standard* para avaliação dos resultados e assim identificar as tarefas e os intervalos apropriados para a manutenção preventiva intervir e reduzir a incidência de cada modo de falha.

Com esta metodologia torna-se possível quantificar e qualificar a importância de cada falha sendo agrupada por:

- Falhas que expõem o sistema a riscos graves ou muito graves, mas sem consequências diretas, sendo conhecidas como “falhas ocultas”;

- Falhas com consequência operacional que interferem na qualidade do produto final, prazos de entrega e respetivos custos;
- Falhas sem consequência operacional e que apenas tem os custos inerentes da reparação;
- Falhas com consequências de carácter ambiental ou de segurança

Com a implementação da mateologia RCM existem vários benefícios, nomeadamente maior segurança e proteção ambiental, melhoria no desempenho operacional de equipamentos, maior eficiência de manutenção e aumento da vida útil dos equipamentos devido à deteção e correção das falhas reduzindo a sua probabilidade de ocorrência [19].

5.5.6. Análise de Modos de Falha e seus Efeitos (*FMEA*)

A Análise de Modos de Falha e seus Efeitos ou *Failure Mode And Effects Analisys* (*FMEA*) é uma ferramenta que possibilita melhorar o sistema para o qual é aplicada mediante a deteção de pontos problemáticos através da identificação de falhas com recurso a raciocínio lógico e que proporciona relacionar as possíveis falhas dos distintos componentes e estudar as suas consequências e efeitos no sistema.

Esta metodologia permite determinar os principais riscos envolvidos e definir ações que visam reduzir ou eliminar a oportunidade de tais falhas ocorrerem novamente.

Trata-se de uma metodologia que é em vários casos um ponto de partida para um estudo estruturado e sistemático das falhas que podem ocorrer num sistema em que são determinados os seus efeitos com vista a melhorias no funcionamento, na segurança e na fiabilidade dos sistemas devido ao seu completo método de revisão de componentes e subsistemas [20][21].

Permite ser aplicado em distintas situações:

a) Na descrição de potenciais falhas e causas antes que aconteçam num equipamento na fase de projeto;
b) Na descrição de potenciais falhas e causas antes que aconteçam num equipamento já em operação;
c) Na melhoria de um equipamento já existente a partir da identificação das causas das falhas ocorridas

Uma análise FMEA é utilizada para atenuação do risco baseado em qualquer modo de falha sendo uma análise bastante completa mas que a probabilidade de falha só pode ser estimada ou reduzida através do estudo do mecanismo de falha.

O levantamento de dados e informações são reunidos geralmente numa tabela para facilitar a compreensão e avaliação dos resultados obtidos com a sua aplicação.

As formas de analisar os resultados obtidos podem ser duas, uma de maneira tradicional que é realizada através do número de prioridade de risco (NPR) e outra visual com recurso a um sistema gráfico em que num eixo indica a probabilidade de ocorrência do modo de falha ou as suas causas e no outro as suas consequências traduzidas em severidade do impacto da falha [21].

Por forma a obter-se uma correta compreensão e posterior aplicação do método é necessário explorar e compreender as várias fases e os elementos necessários à sua execução.

Das etapas constam o planeamento e desenvolvimento da ferramenta de aplicação da metodologia, identificação dos modos de falha, interpretação e seleção dos potenciais modos de falha consoante as suas consequências em termos de gravidade e a fase de acompanhamento do trabalho em campo.

5.5.6.1. Planeamento e desenvolvimento

O planeamento do FMEA requer não só a escolha do projeto com grande potencial a nível de qualidade mas principalmente de garantia da fiabilidade do sistema a implementar a partir dos objetivos pretendidos.

Nesta fase devem ser respondidas algumas questões, nomeadamente em termos dos modos em que o projeto, sistema ou produto poderá falhar. Também existirão respostas sobre as eventuais causas do porque ou o que pode levar à falha. Por último devem ser previstas as consequências no caso da falha ocorrer [20].

5.5.6.2. Identificação dos modos de falha mais importantes

Nesta etapa são definidos através de tabela os distintos pesos/notas para as diferentes possibilidades de "severidade", "ocorrência" e "deteção".

Tabela 1- Nota, classificação e descrição dos modos de falha identificados [22]

NOTA "Deteção"	CLASSIFICAÇÃO "Ocorrência"	DESCRIÇÃO "Severidade"
Alta (1)	Pequeno	• Provoca uma pequena redução de performance • Observa-se uma perda gradual de eficiência • O utilizador percebe a falha mas não reclama
Moderada (2)	Moderado	• Provoca uma degradação progressiva • Regista-se uma ineficiência • O utilizador percebe a falha e reclama
Pequena (3)	Grave	• O sistema deixa de desempenhar a função • O utilizador fica muito insatisfeito
Remota (4)	Muito Grave (risco de catástrofe)	• Afecta a segurança • Não está conforme a legislação legal • Torna o sistema indisponível • Requer inspeção

O termo "severidade" entende-se como o peso ou influência que o modo de falha tem sobre o projeto, produto ou processo. Quanto maior for a gravidade com o efeito da falha maior será a nota.

Tabela 2 - Notas para a severidade de acordo com o efeito da falha [22]

Notas para a severidade vs. Ocorrência	
1	Pequeno
2	Moderado
3	Grave
4	Muito Grave

O termo “ocorrência” relaciona-se com a probabilidade de uma causa de falha ocorrer e levar à paragem do sistema. Quanto maior for a probabilidade maior a nota. Expressa-se por raro um acontecimento esporádico e aleatório que sucede de forma intermitente.

Tabela 3 - Classificação da ocorrência de acordo com a probabilidade de falha [22]

Notas para a ocorrência	
1	Improvável
2	Pequena
3	Moderada
4	Alta

O termo “deteção” exprime qual o potencial de detetar a falha antes que ela aconteça. Permite saber a possibilidade de um determinado efeito de causa ser preventivamente identificado através de inspeções periódicas devidamente planeadas ou através de inspeções de rotina pelos serviços de manutenção antecipando a falha.

Quanto maior for a probabilidade de deteção da falha menor é a nota ou peso.

Tabela 4 - Notas de detecção da falha [22]

Notas para deteção	
1	Alta
2	Moderada
3	Pequena
4	Remota

5.5.6.3. Nível de Prioridade de Risco (NPR)

De modo a obter o Nível de Prioridade de Risco (NPR) são atribuídas notas a cada termo que serão posteriormente multiplicadas entre si.

A atribuição das notas será efetuada mediante a avaliação de equipa em cada situação analisada.

5.5.6.4. Gravidade dos potenciais modos de falha

Esta fase vem no seguimento do cálculo final dos NPR´s em que são consideradas várias possibilidades para efetuar a avaliação com recurso a esta metodologia.

Para observar que itens são mais prioritários são ordenados por ordem decrescente os diferentes NPR´s. Este ponto torna-se bastante importante porque permite separar à partida os maiores NPR´s e identificar os itens com carácter prioritário [20].

5.5.6.5. Acompanhamento do trabalho em campo

No processo FMEA o acompanhamento do trabalho ocorre em duas fases:

a) Com recurso à coleta de dados através de inspeções e posteriores resultados das ações indicadas em relatório;
b) Atualização da ferramenta em *excel* ou do programa específico para o efeito da metodologia FMEA desenvolvida

5.5.6.6. Procedimento e desenvolvimento do método FMEA

Torna-se importante na utilização do método um correto planeamento em que seja possível identificar atempadamente algumas das falhas na fase de desenvolvimento.

Neste sentido torna-se necessário selecionar o tipo de abordagem a aplicar na metodologia considerando o(s) objetivo(s) a atingir [21].

Ao ser realizada uma metodologia com abordagem "*top down*" existe um estudo do sistema a partir de um todo passando depois para os subsistemas e posteriormente para os componentes a nível individual. Nesta abordagem é precisamente estes últimos que registam uma maior concentração da análise porque são os que estão mais sujeitos à falha devido à sua posição no final da análise da sequência.

Ao invés, a abordagem ”*botton up*” começa o seu desenvolvimento a partir de componentes individuais que servem como entradas para os subsistemas e posteriormente para o estudo do sistema.

Para o desenvolvimento do FMEA torna-se fundamental a utilização de um formulário para o registo das informações recolhidas nas distintas etapas do FMEA.

Este formulário deverá conter alguns registos de informações, que poderão ser opcionais de acordo com o produto ou processo analisado, servindo para ajudar na gestão das futuras ações a efetuar.

- **Nº do FMEA** – Trata-se de um número cuja sequência permite identificar imediatamente a metodologia;
- **Data da elaboração do relatório** – Indica a data de início da elaboração do FMEA;
- **Código –** Indica o código do produto;
- **Aplicação/ cliente –** Indica o código do conjunto final, nome do produto/ processo e cliente;
- **Função do produto/ processo –** Descrever de forma resumida a função do projeto, produto ou processo;
- **Coordenador/ participantes (Nome e área) –** Indicar o nome e a área do FMEA;
- **Data de revisão** – São indicadas as datas em que foram efetuadas revisões do FMEA. Esta informação é muito importante para possuir um histórico de todo o trabalho;
- **Responsável –** Indica o responsável pela revisão do FMEA;
- **Descrição do processo –** Descrição resumida do processo que está a ser analisado

5.5.6.7 Metodologia aplicada neste trabalho

No contexto deste relatório foi aplicada uma adaptação da metodologia FMEA.

Em troços gerais consistiu num método aplicado especificadamente para este tipo de instalações designado “Metodologia de análise de falha para inspeção de elevadores, escadas mecânicas e tapetes rolantes” e que se encontra definida em pormenor no Capítulo 6.

A metodologia foi desenvolvida com base no conceito dos parâmetros de referência que garantem a segurança de pessoas e bens de acordo com a classificação das cláusulas ou anomalias detetadas no decorrer das inspeções às instalações no sentido de contribuir para complementar e melhorar o processo das inspeções periódicas através da utilização dos modelos de “*check list*” padrão.

Nesta metodologia os requisitos destinam-se à obtenção da satisfação dos clientes, da sua segurança e de todos os colaboradores dos serviços inerentes, pela prevenção de não conformidades em todas as etapas desde o projeto até aos serviços de manutenção e inspeção.

Capítulo 6 - Metodologia Proposta

6.1. Introdução

Por forma a desenvolver uma metodologia de análise de risco que fosse possível adaptar à realidade específica deste estágio e das inspeções de elevadores de acionamento elétrico e hidráulico foi realizado um trabalho que seguiu uma linha de raciocínio a partir dos modelos padronizados na empresa de análise de falha neste tipo de inspeções.
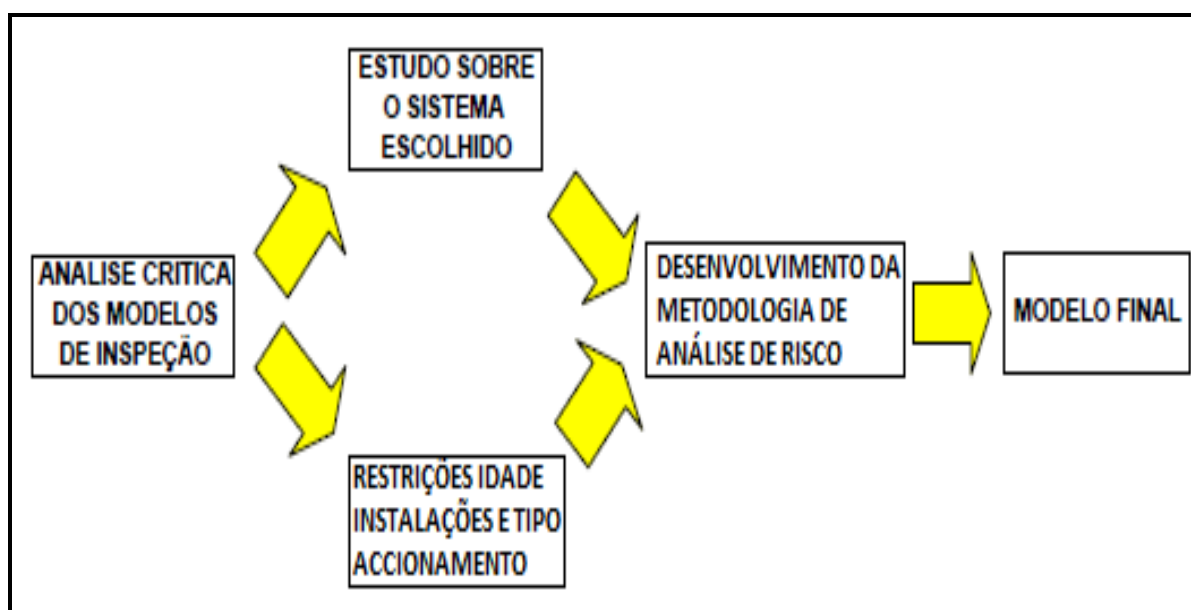
Figura 6.1 - Sequência a utilizar na aplicação da metodologia de análise de risco

A partir dos modelos de “check list” para a verificação e preenchimento em campo no decorrer das inspeções elaborados de acordo com a legislação aplicável à instalação, cujos fatores influentes são a data de entrada em funcionamento e o tipo de acionamento, foi efetuado um estudo aprofundado que permitiu posteriormente desenvolver as variantes da metodologia de análise de risco para cada tipo de instalação elaboradas em folhas de cálculo e que se encontram nos Anexos I, II e III.

Sendo as inspeções de elevadores uma área muito específica e dependente dos fatores mencionados não foi possível implementar diretamente uma das metodologias conhecidas existentes e que foram abordadas anteriormente no capítulo cinco.

Nesse sentido e por forma a trazer um maior valor acrescentado adaptou-se o método FMEA resultando numa vertente de metodologia de análise de falha para inspeção de elevadores “FMIR - Failure Mode and Inspection Results”.

Esta vertente teve um princípio de análise dos modos de falha que se pretendeu que fosse primeiramente de carácter simples e prático de consultar, mas que fosse também uma conjugação da informação já existente nas distintas listas de verificação para a inspeção das instalações de elevação complementada por uma descrição das funcionalidades e de uma completa análise aos modos de falha possíveis de ocorrer mediante todos os pontos verificados e as suas consequências.

Por conseguinte foi desenvolvida a ligação entre estas consequências e as cláusulas aplicadas estabelecendo o resultado da inspeção mediante a análise a cada item verificado.

Com o intuito de existir um seguimento do trabalho efetuado na inspeção foram estabelecidas recomendações ou sugestões no final para ações de manutenção.

6.2. Desenvolvimento da metodologia

A metodologia iniciou-se com a definição de três separadores independentes no ficheiro *excel*, um para elevadores de acionamento elétrico, outro para elevadores de acionamento hidráulico e o último para escadas mecânicas e tapetes rolantes.

Após efetuada esta distinção fundamental para as inspeções, procedeu-se à designação no cabeçalho de cada ficheiro das variáveis que influenciaram a análise da metodologia.

6.2.1. Metodologia de análise de falha em elevadores de acionamento elétrico

Esta vertente da metodologia foi a que demorou mais tempo a elaborar devido aos elevadores de acionamento elétrico possuírem elevada legislação aplicável, o que resultou num número de modos de falha superior aos dos outros ficheiros.

O preenchimento do cabeçalho foi o ponto de partida. Pretendeu-se que fosse simples e que transmitisse uma sensação de clareza nas informações apresentadas.

Foi definida primeiramente a legislação aplicável de acordo com a data de entrada em funcionamento das instalações inspecionadas.

Legislação aplicável
Até 1970 → Decreto de 26591 de 14 de Maio de 1936
De 1970 até 1991 → Decreto 513/70 de 30 de Outubro
De 1991 até 2000 → NP EN 81-1:1991
A partir de 2000 → NP EN 81-1:2000

Figura 6.2 – Legislação aplicável nas inspeções periódicas dos elevadores de acionamento elétrico

Posteriormente e porque se encontra interligado com todo o processo de inspeção de instalações de elevação foram indicadas as cláusulas que resultam no âmbito de inspeção periódica das deficiências observadas e que correspondem a diferentes situações de risco em termos de segurança conforme se verifica na descrição efetuada. No sentido de estabelecer uma correspondência direta das categorias das cláusulas com o resultado final da inspeção foi acrescentada uma coluna em que são mencionados os campos “Reprovado e selado”, “Reprovado” e “Aprovado”.

Cláusulas a aplicar		
C1	→ Correspondente a situações de elevado risco para a segurança de pessoas e bens, cuja resolução deve ser imediata	Reprovado e selado
C2	→ Correspondente a situações de médio risco para a segurança de pessoas e bens, requerendo uma reinspeção	Reprovado
C3	→ Correspondente a situações que não representam um risco direto para a segurança de pessoas e bens, cuja resolução deve ser verificada até à inspeção periódica seguinte	Aprovado

Figura 6.3 – Cláusulas que se aplicam nas inspeções de acordo com o índice de risco para a segurança e resultado final da inspeção

Para facilidade em termos do preenchimento da coluna “Legislação aplicável” da metodologia devido à repetibilidade dos itens a verificar, foi gerada uma coluna onde foram associadas as combinações possíveis de legislações.

Figura 6.4 – Combinações possíveis de legislação para preenchimento automático

Conforme referido, a metodologia desenvolvida teve como primeira coluna a designação “Legislação aplicável”. Consistiu em submeter os distintos campos de legislação de acordo com o item a verificar, sendo que existem itens que se repetem embora em instalações de elevação que são abrangidas por legislações distintas.

Legislação aplicável
Decreto de 26591 de 14 de Maio de 1936
Decreto de 26591 de 14 de Maio de 1936 / Decreto 513/70 de 30 de Outubro
Decreto 513/70 de 30 de Outubro
Decreto 513/70 de 30 de Outubro / NP EN 81-1:1991 / NP EN 81-1:2000
NP EN 81-1:1991
NP EN 81-1:1991 / NP EN 81-1:2000

Figura 6.5 – Exemplo diversificado de preenchimento da coluna da legislação aplicável

De maneira a estabelecer os modos de falha ordenados de acordo com a legislação, seguiu-se o desenvolvimento do preenchimento das linhas da metodologia da legislação mais antiga até à mais recente, de acordo com as várias combinações possíveis para os mesmos itens a verificar e com a distinção entre a gravidade das cláusulas (C1,C2 ou C3).

Iniciou-se com "Decreto de 26591 de 14 de Maio de 1936" e seguiu a sequência "Decreto de 26591 de 14 de Maio de 1936 / Decreto 513/70 de 30 de Outubro", "Decreto 513/70 de 30 de Outubro", "Decreto 513/70 de 30 de Outubro / NP EN 81-1:1991 / NP EN 81-1:2000", "NP EN 81-1:1991", "NP EN 81-1:1991 / NP EN 81-1:2000", "NP EN 81-1:2000" e "Todas as legislações".

Na continuação seguiu-se um princípio de análise – consequência em contexto deste tipo de inspeção periódica. Incluiu na segunda coluna qual o item a verificar ou o ensaio a realizar de acordo com a legislação adequada.

Item a verificar
Distância entre as soleiras da cabine e do patamar
A porta da cabina possui um dispositivo eléctrico de controlo de fecho de porta
A porta da cabina possui o dispositivo eléctrico de controlo de fecho de porta operacional
A caixa encontra-se completamente vedada por grade ou rede de proteção com altura mínima de 1,70m
Existência de encravamento mecânico robusto que impeça a abertura das portas de patamar quando a cabina não estiver no piso
As guias da cabina/ contrapeso encontram-se devidamente operacionais

Figura 6.6 – Representação de algumas verificações a efectuar numa inspeção

No intuito de esclarecer o contexto funcional foi efetuada uma descrição sobre qual a sua função ou o porque de ser realizada na coluna seguinte.

Por conseguinte foi inserido o modo de falha registado que resultou na verificação da falta de algum item, inoperabilidade ou de ensaio não conforme. Desta forma possibilitou a ligação com as colunas seguintes que foram respetivamente, as consequências registadas para a segurança, as notas de cláusula de acordo com a classificação do grau de perigo para pessoas e bens e a apresentação do resultado final da inspeção periódica realizada no âmbito do Decreto-Lei nº320 de 2002 através de cores intuitivas, vermelho para “Reprovado” e verde para “Aprovado”.

A classificação dos modos de falha registados foi relacionada com as cláusulas de acordo com a sua gravidade para a segurança e que se dividiu em três classes, C1, C2 e C3.

Estas classes foram impostas pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) de forma a estabelecer um critério de igualdade e uniformizar a avaliação nas inspeções de instalações de elevação por parte dos inspetores das Entidades Inspetoras.

Esta classificação tem também por base efetuar uma distinção entre elementos básicos e elementos auxiliares, permitindo complementar e clarificar o critério para a distinção entre as cláusulas que aprovam ou reprovam as instalações de elevação numa inspeção periódica.

Consideram-se elementos básicos os elementos indispensáveis ao funcionamento da instalação e que em caso de falha provocam situações de risco elevado ou médio para a segurança de pessoas e bens de acordo com a lista de cláusulas da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e no âmbito do DL Nº320/2002 de 28 de Dezembro. Inserem-se neste contexto as C1 e C2.

Os elementos auxiliares consideram-se todos os que são dispensáveis ao funcionamento da instalação e que em caso de falha não provocam situações de risco directo para a segurança de pessoas e bens de acordo com a lista de cláusulas da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e no âmbito do DL Nº320/2002 de 28 de Dezembro, correspondendo às C3.

Modo de falha registado	Consequência(s)	Classificação do grau de perigo para pessoas e bens (Notas de cláusulas)	Resultado da inspeção periódica realizada no âmbito do DL n.º320/2002 de 28 de Dezembro
Distância entre as soleiras da cabine e do patamar superior a 50 mm	Exposição a maior risco de quedas originadas pelo desnível verificado	C2	Reprovado
A porta da cabina não possui um dispositivo eléctrico de controlo de fecho de porta	O elevador movimenta-se com a porta de cabina aberta expondo os utilizadores a perigo de entalamentos	C1	Reprovado
A porta da cabina possui o dispositivo eléctrico de controlo de fecho de porta inoperacional	O elevador movimenta-se com a porta de cabina aberta expondo os utilizadores a perigo de entalamentos	C1	Reprovado

Figura 6.7 – Sequência representativa dos modos de falha registados/ consequências/ cláusulas/ resultado da inspeção

Por último foram inseridas as recomendações e comentários relativos a uma possível solução para a resolução do modo de falha detetado, sendo na sua maioria ações de manutenção.

Recomendações / Comentários (ações para manutenção)
Verificação do estado do freio electromecânico e ou dos cabos de suspensão
Instalação do dispositivo eléctrico de controlo de fecho de porta da cabina

Figura 6.8 – Recomendações de acordo com as cláusulas aplicadas

6.2.2. Metodologia de análise de falha em elevadores de acionamento hidráulico

Esta vertente da metodologia teve a sua base comum com a anterior, dos elevadores de acionamento elétrico, em relação ao desenvolvimento do cabeçalho e da sequência de preenchimento das linhas e colunas.

Embora possuindo uma legislação aplicável menor que os de acionamento eléctrico, as inspeções dos elevadores de acionamento hidráulico são abrangidas por legislações que possibilitaram a existência dum número elevado de modos de falha.

Conforme referido, o cabeçalho foi semelhante ao primeiro, contribuindo para um padrão de clareza nas informações apresentadas.

Definiu-se a legislação aplicável de acordo com a data de entrada em funcionamento das instalações inspecionadas, das quais, “Decreto 513/70 de 30 de Outubro”, “NP EN 81-2:1990” e “NP EN 81-2:2000”.

Seguiu-se uma caracterização das cláusulas a aplicar e o relacionamento direto com o resultado final da inspeção periódica.

Figura 6.9 – Combinações possíveis de legislação para preenchimento automático

Para facilidade em termos do preenchimento da primeira coluna, “Legislação aplicável”, devido à repetibilidade dos itens a verificar, foi gerada uma coluna onde foram associadas as combinações possíveis de legislações.

Figura 6.10 – Hipóteses de preenchimento automático da legislação aplicável

A estrutura de desenvolvimento seguida foi da legislação mais antiga para a mais recente culminando nas linhas finais os modos de falha que são comuns a todas as legislações.

Consequência(s)	Classificação do grau de perigo para pessoas e bens (Notas de cláusulas)	Resultado da inspeção periódica realizada no âmbito do DL n.º320/2002 de 28 de Dezembro	Recomendações / Comentários (ações para manutenção)
Perigo de quedas e acesso à casa das máquinas bloqueado	C3	Aprovado	Colocação da iluminação operacional e melhoria das condições dos acessos
Possibilidade de descarga eléctrica nos equipamentos conectados	C3	Aprovado	Substituição da(s) tomada(s) por uma(s) com pólo de terra incorporado ou da instalação eléctrica da casa das máquinas
Dificuldade ou impossibilidade de realizar trabalhos no interior da casa das máquinas por ausência de iluminação	C2	Reprovado	Colocação da iluminação operacional ou instalação eléctrica de iluminária. Instalação do interruptor no interior da casa das máquinas
Ao existir uma menor/ maior distância de zona de encravamento regulamentar irá ser propício a avarias	C2	Reprovado	Afinação/ reparação dos dispositivos de encravamento de forma a actuarem dentro das distâncias regulamentares
Exposição a maior risco de quedas originadas pelo desnível verificado	C3	Aprovado	Verificação do estado do freio electromecânico e ou dos cabos de suspensão
Impossibilidade de abertura das portas de patamar para libertar pessoas presas no elevador	C2	Reprovado	Verificar causas para a inoperacionalidade do encravamento ou instalação de aberturas em falta nos patamares
As aberturas existentes possibilitam um contacto directo com elementos da caixa	C2	Reprovado	Fecho das aberturas não regulamentares existentes
Ausência de informação sobre o perigo de pessoas ou bens ficarem entalados entre a cabina e a caixa ou portas de patamar	C3	Aprovado	Colocação de sinalética aprovada nos termos do DL 320/2002 Art.17º

-- Acionamento eléctrico -- | -- Acionamento hidráulico -- | Escadas mecân. e Tap. rolantes

Figura 6.11 – Excerto do ficheiro da vertente da metodologia de elevadores de acionamento hidráulico

A sequência de ordem utilizada para as colunas manteve-se a mesma em todas as vertentes da metodologia uniformizando os três ficheiros elaborados. Teve por objetivo aumentar a eficácia da análise de falhas possibilitando num mesmo ficheiro de trabalho condensar informação em separadores de acordo com o tipo de instalação de elevação num ambiente gráfico simples e prático de consultar.

6.2.3. Metodologia de análise de falha para inspeção de escadas mecânicas e tapetes rolantes

A terceira e última vertente da metodologia foi a que demorou menos tempo a desenvolver. Por um lado foi aproveitado todo o método de sequência das vertentes anteriores, em que naturalmente se incluiu boa parte do *layout* do ficheiro, por outro é a que verifica somente uma legislação comum aplicável às inspeções periódicas para este género de instalações de elevação, tendo resultado num número manifestamente reduzido de modos de falha.

Metodologia de análise de falha para inspeção de escadas mecânicas e tapetes rolantes

FMIR - Failure Mode and Inspection Results

Legislação aplicável	Cláusulas a aplicar		
NP EN 115	C1	→ Correspondente a situações de elevado risco para a segurança de pessoas e bens, cuja resolução deve ser imediata	Reprovado e selado
	C2	→ Correspondente a situações de médio risco para a segurança de pessoas e bens, requerendo uma reinspeção	Reprovado
	C3	→ Correspondente a situações que não representam um risco direto para a segurança de pessoas e bens, cuja resolução deve ser verificada até à inspeção periódica seguinte	Aprovado

Figura 6.12 – Aspeto geral do cabeçalho da vertente da metodologia de análise de falha para inspeção de escadas mecânicas e tapetes rolantes

Conforme se verifica a coluna "Legislação aplicável" foi eliminada nesta vertente porque não faria sentido devido a existir somente a "NP EN 115".

As restantes colunas apresentam-se na mesma ordem possibilitando uma sequência lógica de análise: modo de falha verificado, consequências em termos de segurança e recomendações para a sua resolução.

Consequência(s)	Classificação do grau de perigo para pessoas e bens (Notas de cláusulas)	Resultado da inspeção periódica realizada no âmbito do DL n.º320/2002 de 28 de Dezembro	Recomendações / Comentários (ações para manutenção)
A ausência de operacionalidade do dispositivo de paragem nas extremidades da instalação impossibilita a sua paragem imediata colocando em risco a segurança de pessoas numa situação de emergência	C2	Reprovado	Substituição do(s) interruptor(es) de paragem
A velocidade do corrimão encontra-se acima do permitido em relação à velocidade dos degraus ou placas possibilitando desconforto e perigo de queda aos utilizadores	C2	Reprovado	Afinação dos parâmetros de velocidade para valores permitidos
Numa situação em que exista um entalamento ocasionado por objetos ou alguma extremidade do corpo humano a instalação não irá parar de imediato	C1	Reprovado	Substituição do(s) dispositivo(s) inoperacional(-is)
Numa situação extrema em que exista a rotura do corrimão a instalação não imobiliza de imediato provocando danos consideráveis na estrutura podendo embater fragmentos em pessoas	C1	Reprovado	Substituição do(s) dispositivo(s) inoperacional(-is)
A corrente de tração ao não estar tensionada provocará mau funcionamento e no limite a sua rotura originando situação elevada de risco de segurança	C1	Reprovado	Re ajuste ou substituição do dispositivo elétrico
O freio ao não parar de imediato a instalação quando atuado impossibilita o controlo de paragem na ausência de alimentação	C1	Reprovado	Substituição das pastilhas do freio manual ou afinação deste
Verifica-se que a distância percorrida até parar é superior ou inferior à			Regulação dos parâmetros para obtenção da distância de frenagem

-- Acionamento eléctrico -- | -- Acionamento hidráulico -- | Escadas mecân. e Tap. rolantes

Figura 6.13 – Excerto do ficheiro da vertente da metodologia de escadas mecânicas e tapetes rolantes

Dado que as inspeções de escadas mecânicas e tapetes rolantes praticamente não tiveram impacto no desenrolar deste estágio profissional, ocorrendo somente uma vez e para efeitos de auditoria externa de acreditação pelo IPAC, não se pretendeu atingir o mesmo grau de exigência em termos desta vertente da metodologia devido ao pouco *know out* adquirido.

Ao possuir um trabalho em que as inspeções requeridas através da Câmara Municipal de Lisboa foram somente de elevadores de acionamento elétrico e hidráulico, a apresentação de uma terceira variante teve como fundamento complementar todo o trabalho elaborado e ao mesmo tempo cumprir com os objetivos definidos no capítulo 1.

Não se pretendeu portanto ser muito específico no que se refere ao ficheiro das escadas mecânicas e tapetes rolantes devido à ausência quase total de prática e aliando ao facto de serem instalações que são abrangidas por uma legislação o que resulta num número muito reduzido de modos de falha a explorar face aos outros tipos de instalações de elevação abordadas.

Capítulo 7 – Conclusões e Trabalhos Futuros

Este estágio de natureza profissional teve como atividade o setor de inspeções da empresa EQS, conforme anteriormente referido.

Dentro desta divisão teve a sua forte incidência nas inspeções de instalações de elevação, na sua grande maioria a ascensores de acionamento elétrico mas também em alguns ascensores de acionamento hidráulico, monta-cargas (transporte vertical de bens) e monta-autos (transporte vertical misto de automóveis e pessoas).

Como as inspeções foram realizadas totalmente na cidade de Lisboa, a variedade de instalações foi uma constante quer na fase inicial de aprendizagem e acompanhamento como na posterior em que foi desenvolvido o meu trabalho autónomo em campo após a obtenção da certificação por parte da DGEG e o respetivo reconhecimento como inspetor.

O mercado de elevadores em Lisboa permite esta enorme panóplia que se traduz desde instalações centenárias e em certos casos superiores a 100 anos, passando pelos períodos da Arte Deco e do Estado Novo em que o tipo de acionamento era somente elétrico.

Com o aumento do número de imóveis na capital e consequentemente de instalações de elevação e dos incrementos de componentes de segurança, na época prévia ao 25 de Abril, existiu uma revisão na legislação do setor. Gradualmente foram sendo introduzidos no mercado os primeiros ascensores de acionamento hidráulico.

Os anos passaram e com a entrada de Portugal na Comunidade Europeia foram impostas novas diretrizes no setor das instalações de elevação e como consequência a aplicabilidade das Normas Portuguesas transpostas das Diretivas Europeias com as devidas distinções para acionamento elétrico e hidráulico, tendo este último uma expansão após a aceitação inicial algo reticente.

Com a evolução tecnológica sentida em meados dos anos 90 e a necessidade de acompanhamento do forte crescimento da construção civil nesta década existiu a necessidade de adequar novamente a legislação e a partir do ano 2000 surgiram no mercado os elevadores da “Nova Diretiva”, com uma componente eletrónica muito acentuada e com um patamar superior do sistema de segurança face aos antecessores. A existência de casa das máquinas tornou-se opcional para os de acionamento elétrico mantendo-se para os de acionamento hidráulico.

Feito o ponto de situação no que respeita à caracterização das instalações que representaram o foco do trabalho realizado passemos ao desempenho propriamente dito do estágio.

A fase inicial foi, tal como seria expectável, de integração das funções a desempenhar, ou seja, de estudo da legislação aplicável para as distintas instalações mencionadas nos parágrafos anteriores e de esclarecimento de dúvidas com a chefia direta e colega certificado para o efeito neste tipo de inspeções periódicas.

Com o passar do tempo e conforme foram sendo consolidados os conhecimentos adquiridos na vertente teórica e prática, acompanhando as inspeções com as listas de verificação (*check lists*) adequadas a cada instalação permitindo de forma gradual a deteção das não conformidades de maneira autónoma, esclarecendo as dúvidas no momento, quer com o colega inspetor como através dos técnicos das EMIE´s (Entidades de Manutenção de Instalações de Elevação).

O local de trabalho sempre que não existiam inspeções marcadas com as EMIE e com o conhecimento prévio da CML (Câmara Municipal de Lisboa) foi no escritório da delegação em Lisboa da EQS.

Dado que para exercer a atividade de inspetor de instalações de elevação foi necessário ser certificado. Por conseguinte existiu um pedido de reconhecimento com base na avaliação do tempo de experiência laboral e habilitações académicas ao órgão da Administração Pública Portuguesa que tutela o setor, a Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) de acordo a legislação em vigor que aprova os requisitos de acesso e exercício das actividades das empresas de manutenção de instalações de elevação e das entidades inspectoras de instalações de elevação e seus profissionais (Lei n.º 65/2013).

Após o terceiro mês de estágio obtive um endereço de correio eletrónico da empresa onde foram rececionadas, entre outras informações, os lotes de instalações de elevação a serem inspecionados pela EQS provenientes da CML, conforme o estabelecido no contrato do concurso público.

Os lotes, de 60 instalações cada, possuem os ficheiros com as informações disponibilizadas pela CML entre as quais a referência à EMIE respetiva em cada processo de morada das instalações que servem de dado informativo para a posterior marcação.

Entretanto o período de formação necessária por parte do Diretor Técnico das inspeções das instalações de elevação da EQS continuou. A fase seguinte foi acerca do procedimento para a marcação das inspeções junto das EMIE e com o conhecimento da

CML efetuado de acordo com o Decreto-Lei nº 320/2002 de 28 de Dezembro. Consistiu na informação por correio eletrónico a estas entidades dos dias e horas das inspeções às instalações consoante o n.º de processo da CML e respetivas moradas.

Progressivamente fez também parte das funções a execução e envio das cartas por correio da informação da data, hora e local das instalações das inspeções periódicas aos proprietários.

Com o passar do tempo e conforme foi sendo adquirida experiência sobre a realização das inspeções, em que existiu maior poder de decisão e conhecimento dos pontos de verificação e das cláusulas a aplicar consoante as não conformidades detetadas e da legislação aplicável deixou de existir a necessidade de recorrer permanentemente às listas de verificação em cada inspeção permitindo melhorar o desempenho com o objetivo de possibilitar um trabalho autónomo e produtivo.

Sensivelmente após meio do estágio foi obtida a certificação de reconhecimento de competências para desenvolver um trabalho independente que incluiu todas as funções de inspeção, tal como verificar os pontos fundamentais para assegurar a segurança de pessoas e bens, ter o conhecimento dos procedimentos da realização dos distintos ensaios e a razão para tal serem efectuados, assinatura nos relatórios técnicos e em certificados de inspeção periódica das instalações aprovadas.

Ao longo do restante tempo de estágio realizaram-se inspeções e foram sendo superadas dificuldades nomeadamente ao nível da capacidade de análise das não conformidades detetadas e a sua correspondência com as cláusulas aplicáveis.

Em termos de balanço conclui-se que o estágio foi terminado e teve uma nota muito positiva relativamente aos conhecimentos técnicos adquiridos numa área bastante específica e ao mesmo tempo fundamental como são as instalações de elevação.

Observou-se um notório empenho na transmissão destes conhecimentos e na ajuda das dificuldades sentidas por parte da chefia direta e responsável técnico nesta área, o que não sucedeu por parte dos responsáveis da empresa.

Uma das vantagens deste estágio foi a obtenção da certificação que permitiu realizar a experiência profissional de maneira perfeitamente autónoma como inspetor de instalações de elevação, sendo uma possível realidade de trabalho futura numa área cujo acesso à profissão tornou-se demasiado restrito com as imposições da recente legislação.

Devido ao carácter particular deste tipo de inspeções, ao estarem subjugadas à legislação, obriga as Entidades Inspetoras e consequentemente o volume de trabalho do

seu quadro técnico a uma dependência das Câmaras Municipais, que controlam e auferem na íntegra os dividendos pagos pelos proprietários onde se localizam as instalações de elevação a serem inspecionadas.

Por conseguinte, o desempenho de funções do inspetor encontra-se atualmente totalmente condicionado pelo processo de atribuição de lotes de instalações a inspecionar de acordo com a abertura de concursos públicos por parte das Câmaras Municipais, procedendo por sua vez à contratação de serviços das Entidades Inspetoras.

Verifica-se portanto uma disparidade entre os montantes pagos pelos proprietários e o que por sua vez recebem as Entidades Inspetoras dos Organismos Municipais para efetuarem todo o processo das inspeções com os custos inerentes.

A viabilidade económica desta profissão e tipo de inspeções encontra-se pendente de uma revisão à muito aguardada da legislação que defina a transferência de todo o processo de inspeção das autarquias para as Entidades Inspetoras e que regule o montante fixo de cada inspeção, reinspeção ou selagem de instalações de elevação independentemente da localização geográfica onde se encontram as instalações a nível nacional, ao invés do que sucede atualmente em que cada autarquia apresenta o seu montante aos proprietários.

Com esta alteração iria proporcionar-se um contacto direto entre proprietários e inspetores permitindo aumentar a eficiência dos trabalhos diminuindo burocracias e recuperando com maior celeridade o enorme atraso particularmente sentido na cidade de Lisboa.

Atualmente resulta num paradigma, se por um lado existe um atraso que ronda os 2 anos nas inspeções aos elevadores em Lisboa e todo um descontentamento natural por parte dos proprietários que pagaram por um serviço que não é prestado em tempo útil podendo ter implicações óbvias em termos de segurança, por outro verificam-se períodos inativos e indefinidos dos inspetores forçados pelo tempo de espera de novos concursos públicos para atribuição de lotes de instalações para inspeção.

Esta instabilidade e flutuação do volume de trabalho aliando a uma faturação abaixo do expectável comparativamente a outros tipos de inspeção, ao monopólio das autarquias anteriormente referido e ausência de alternativas por parte da entidade patronal permitem propostas irreais de subcontratação e de consequente precariedade laboral que inviabilizam a continuidade nas Entidades Inspetoras dos novos quadros técnicos que efetuam estágios profissionais, conforme o caso, podendo no entanto

existir um seguimento mais exequível do trabalho desenvolvido mas de uma forma autónoma ainda a analisar.

Foi desenvolvida e concluída conforme o proposto a metodologia de análise de risco para este tipo de inspeção baseadas nas falhas que poderão ocorrer de acordo com a análise e identificação da correspondência das cláusulas de gravidade para a segurança nas três vertentes distintas de instalações de elevação: elevadores de acionamento elétrico, elevadores de acionamento hidráulico e escadas mecânicas e tapetes rolantes.

Espera-se que seja possível a aplicação desta metodologia em contexto laboral no sentido de aumentar a eficiência da análise ao número elevado de falhas que são passíveis de ocorrer nas inspeções periódicas e que se encontram dispersas por várias listas de verificação de acordo com a legislação.

Torna-se também importante na medida em que visa clarificar as falhas e os riscos associados que poderão ocorrer em cada âmbito permitindo uma consulta breve por parte dos inspetores numa metodologia que complementa o seu trabalho.

Referências

[1] http://www.eqs.pt/index.php (consultado a 03/03/2014)

[2] www.dgeg.pt (consultado a 14/05/2014)

[3] http://www.segurelev.pt/index.php/artigos/historia (consultado a 26/03/2014)

[4] http://www.otis.com/site/pt/pages/HistoriaOtis.aspx?menuID=6 (consultado a 26/03/2014)

[5] Normas Europeias que definem as regras de segurança para o fabrico e instalação de ascensores – EN 81: Parte 1 (Elevadores Elétricos) e Parte 2 (Elevadores Hidráulicos)

[6] http://www.thyssenkrupp-elevadores.pt/p_ascensores.aspx?id=ASCE (consultado a 04/04/2014)

[7] www.overescal.com.br (consultado a 15/09/2014)

[8] www.otis.pai.pt (consultado a 15/09/2014)

[9] http://www.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/elevator1.htm (consultado a 08/05/2014)

[10] www.newworldencyclopedia.org (consultado a 09/05/2014)

[11] www.upload.wikimedia.org (consultado a 22/09/2014)

[12] https://osha.europa.eu/pt/topics/riskassessment/definitions - Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (consultado a 05/03/2014)

[13] Aguiar, A. L., "Metodologias de análise de risco APP & Hazop", Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011

[14] *API publication 581*, *"Risk Based Inspection – Base Resource Document"*, *American Petroleum Institute*, *May*, 2002

[15] Correia, A., Dissertação de tese de Mestrado "Aplicação do conceito: *Risk-Based Inspection* (RBI) em equipamentos dinâmicos", FEUP, 2008

[16] Dunjó, J.; Fthenakis, V.; Vílchez, J.A.; Arnaldo, J., ”Hazard and operability (HAZOP) analysis”. A literature review, 2010, Vol.173(1-3), pp.19-32

[17] http://www.b-on.pt – Biblioteca do conhecimento *online* (consultado a 10/03/2014)

[18] Ferreira, I., Dissertação de tese de Mestrado “Gestão do Risco Industrial numa Central Termoeléctrica de Ciclo Combinado”, IST, 2008

[19] Piedade, V., Dissertação de tese de Mestrado “Manutenção Centrada na Fiabilidade”, IPS, 2012

[20] Faustino, G., Nunes, L., “FMEA - Modo de Falha e Análise do Efeito”, Seminário IST, 2014

[21] Toledo, J., Amaral, C., “FMEA – Análise do tipo e Efeito de Falha”, 2008

[22] http://www.statstuff.com/ssfiles/tools/FMEAScalesGuide.pdf (consultado a 25/09/2014)

Este Trabalho Final de Mestrado foi escrito segundo o Novo Acordo Ortográfico, www.portoeditora.pt/acordo-ortogrfico/conversor -texto/ e seguiu as “Diretrizes para o Trabalho Final de Mestrado em Engenharia Mecânica”, Comissão Coordenadora do MEM, Tutoria do 2º ano Curricular do MEM, 1ª Edição, Janeiro de 2011

Anexo I – Ficheiro da vertente da metodologia de análise de falha para inspeção – elevadores de acionamento eléctrico

Anexo II – Ficheiro da vertente da metodologia de análise de falha para inspeção – elevadores de acionamento hidráulico

Anexo III – Ficheiro da vertente da metodologia de análise de falha para inspeção – escadas mecânicas e tapetes rolantes